

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Zvýšení efektivity procesu lakování v automobilovém
průmyslu
Increase Efficiency of the Painting Process in the
Automotive Industry

Student:

Bc. Patrik Baláž

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Vladimíra Schindlerová

Ostrava, 2013

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Patrik Baláž**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
Specializace: 10 Technologický management
Téma: **Zvýšení efektivity procesu lakování v automobilovém průmyslu**
Increase Efficiency of the Painting Process in the Automotive Industry

Zásady pro vypracování:

1. Stručný úvod do problematiky lakování.
2. Stanovení základních druhů těžkých oprav.
3. Vylepšení technologického postupu při náběhu nové výroby.
4. Návrh zlepšení celoplošného nástřiku karosérií.
5. Technicko - ekonomický rozbor navržených řešení.
6. Celkové zhodnocení přínosu práce pro podnik.

Seznam doporučené odborné literatury:

ZELENKA, A., Král, M. *Projektování výrobních systémů*. 1995, ISBN 80-01-01302-2.
LÍBAL, V. a kol. *Organizace a řízení výroby*. ANTL Praha, 1989, ISBN 80-03-00050-5
MUTHER, R., HAGANĀS, K. *Systematické navrhování manipulace s materiálem*. 1. vyd. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1973. 129 s.
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. 3. vyd. Brno : CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová**


Konzultant diplomové práce: Ing. Jan Kubatý

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013


prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry




doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 20.5.2013



.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 20.5.2013



.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Patrik Baláž

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Lidická 543, Třinec 739 61

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

BALÁŽ, P. *Zvýšení efektivity procesu lakování v automobilovém průmyslu : diplomová práce*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2013, 66 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Diplomová práce se zabývá návrhem zvýšení efektivity procesu lakování v automobilovém průmyslu (Hyundai Motor Manufacturing Czech s.r.o.). Cílem je vysledování a definování vad v technologii lakování karoserií, s následným návrhem na zefektivnění při opravách vad a postupů oprav. Práce se také zabývá vylepšením technologického postupu zavedení nové barvy do výroby. Dále nalezení optimálního řešení pro opětovný celoplošný nástřik karoserií. V závěru práce uvádím technicko - ekonomický rozbor navržených řešení a přínosu této práce pro podnik.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

BALÁŽ, P. *Increase Efficiency of the Painting Process in the Automotive Industry : master thesis*. Ostrava : VŠB - Technical University of Ostrava, Department of Mechanical Technology, 2013, 66 p. Thesis head: Schindlerová, V.

Master thesis describes the increase efficiency of the painting process in the automotive Industry (Hyundai Motor Manufacturing Czech sro). The aim is to trace and define defects in the technology of body painting, including proposals to streamline the during repairs of defects and repair procedures. The thesis also deals with improving technological procedure introducing new colors into production. Further finding the optimal solutions for re allover body spray. In the final part I present the technical - economic analysis of the proposed solutions and the benefits of this Thesis for the company.

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů	- 8 -
Úvod.....	- 9 -
1 Stručný úvod do problematiky lakování.....	- 11 -
1.1 Automobilový průmysl ve světě	- 11 -
1.2 Automobilový průmysl v České republice.....	- 12 -
1.3 Představení podniku	- 15 -
1.3.1 Hyundai Motor Manufacturing Czech s. r. o.	- 15 -
1.3.2 Historie Hyundai Motor Company	- 16 -
1.4 Základní pojmy	- 16 -
1.5 Proces lakování	- 19 -
2 Stanovení základních druhů těžkých oprav	- 30 -
2.1 Vady karoserie v procesu lakování	- 30 -
2.1.1 Vady karoserie	- 31 -
2.1.2 Popis vad.....	- 33 -
2.1.3 ED Heavy repair	- 37 -
2.2 Současná situace.....	- 40 -
2.3 Návrh řešení	- 41 -
3 Náběh nové výroby.....	- 42 -
3.1 Zavádění nové barvy do výroby v HMMC	- 42 -
3.2 Vylepšení technologického postupu při náběhu nové barvy.....	- 43 -
4 Návrh zlepšení celoplošného nástřiku karoserie	- 44 -
4.1 Repair Sanding	- 44 -
4.2 ReCoat.....	- 45 -
4.3 Současná situace.....	- 47 -
4.4 Návrh zlepšení.....	- 48 -
5 Technicko ekonomický rozbor navržených řešení	- 49 -
5.1 Rozbor navržených pracovních standardů a vzorků nového Wash primer	- 49 -
5.2 Vylepšení technologického postupu při náběhu nové výroby	- 53 -
5.3 Návrh zlepšení celoplošného nástřiku karoserií.....	- 54 -
5.4 Návrh zlepšení ke snížení pracnosti na pracovišti Final Inspection	- 56 -
5.4.1 Clean body test.....	- 56 -
6 Celkové zhodnocení přínosu práce pro podnik	- 60 -

Seznam použité literatury	- 61 -
Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů	- 63 -
Seznam příloh	- 65 -
Poděkování.....	- 66 -

Seznam použitých zkratek a symbolů

A6A - model karoserie ix30, pětidveřový

A6D - model karoserie ix30, třídveřový

A6W - model karoserie ix30, kombi

ASSy shop - Assembly shop (finální montáž)

BC - Base coat (finální barva)

CBT - Clean Body Test (test čistoty karoserie)

CC - Clear coat (lak)

DNT - Dent (důlek)

ED - Electric deposition (elektrolytické nanášení)

EU - Evropská Unie

HDP - Hrubý domácí produkt

HMC - Hyundai Motor Company

HMMC - Hyundai Motor Manufacturing Czech s.r.o.

HMMR - Hyundai Motor Manufacturing Russia s.r.o.

ITW - model karoserie ix35

JCW - model karoserie ix20

PBS - Paint Body Storage (sklad nalakovaných karoserií)

RPP - Rock Panel Protection (nátěr proti odlétajícím kamínkům)

SMK - Sanding mark (stopa po broušení)

THN - Thin paint (slabá vrstva barvy)

UBS - Underbody Sealer (utěšňování podvozku)

USA - Spojené státy americké

Welding shop - Svařovna

Úvod

Automobilový průmysl je strojírenské průmyslové odvětví, které se zabývá vývojem, výrobou, marketingem a prodejem motorových vozidel. K tomuto průmyslu nepatří pouze všechny automobilky, ale také jejich subdodavatelé.[1]

Evropská Unie je největším výrobcem motorových vozidel na světě. Automobilový průmysl má tudíž pro prosperitu Evropy zásadní význam. Zaměstnává obrovské množství kvalifikovaných pracovníků a je klíčovou hybnou silou v rozvoji znalostí a inovací. Je největším evropským soukromým investorem v oblasti výzkumu a vývoje. Dále podstatným způsobem přispívá k hrubému domácímu produktu (HDP) EU, přičemž vývoz v tomto odvětví značně převyšuje dovoz.

V dnešní době kladou světové automobilky důraz nejen na ekologický provoz vozidel, ale také na ekologickou výrobu samotných vozů a na jejich recyklovatelnost. Továrny jsou přísně kontrolovány (množství vypouštěných zplodin do ovzduší, znečištění vodních toků a půdy či sledování produkce odpadu a jeho třídění) a také regulovány (emisní povolenky a další).[1]

Trendem poslední doby v automobilovém průmyslu se stávají specifické elektronické pomůcky, jako např. adaptivní tempomat, parkovací senzory, dešťové senzory, monitorování mrtvého úhlu, bezklíčkové startování, senzor srážky s chodcem, parkovací asistent a mnoho dalších. Také je zde velká snaha snižovat výrobní náklady a zvyšovat produkci automobilů. Snaha automobilek být o krok napřed, je vede stále dopředu. Jednotlivé vozy se stále porovnávají a hledá se jakákoli výhoda nad konkurentem, jako je např. spotřeba paliva, jízdní vlastnosti a další.

Mezi nedílnou a významnou částí výroby automobilu patří lakování. Laky jsou dnes nanášeny v mnohem tenčích vrstvách, je to dáno jak kvalitou použitých materiálů, tak i snahou snižovat výrobní náklady. Snaha odlišit se na trhu vozidel začíná vždy u lakování, protože barva vozidla je bezesporu hned to první, co vás na voze zaujme.

Dnes jsou k dostání vozidla s laky, které nabízí kromě klasických perleťových efektů i jiné přísady, které dokáží ovlivňovat hloubku barvy na základě světelných podmínek nebo i speciální pigmenty, které v závislosti na úhlu pohledu dokáží navodit dojem změny barvy vozidla.

Tato práce se zabývá zvýšením efektivity procesu lakování v automobilovém průmyslu. Cílem je zefektivnění lakovacího procesu, dále vylepšit technologický postup náběhu nové výroby, za účelem snížení výrobních nákladů a zrychlení procesu lakování karoserií. Místo jiné vylepšení procesu opětovného celoplošného nástřiku karoserií.

1 Stručný úvod do problematiky lakování

1.1 Automobilový průmysl ve světě

Automobilový průmysl je strojírenské průmyslové odvětví, které se zabývá vývojem, výrobou, marketingem a prodejem motorových vozidel.[1]

Největší světovou automobilkou je Toyota (podle tržeb i počtu prodaných vozů), která na pomyslném trůnu vystřídala General Motors v roce 2008 (po 27 letech).[2]

Automobilový průmysl je úzce spjat se strojírenským, elektrotechnickým a chemickým průmyslem. Mezi z velké části závislé průmysly patří těžební a hutnický.[3] Celosvětově je v provozu přes 600 milionů automobilů.[4]

Automobilový průmysl přímo zaměstnává kolem 8,5 mil. lidí.[5] Na výrobu dopravních prostředků jsou navázána další odvětví průmyslu, která jsou na automobilovém průmyslu více či méně závislá.

Tento průmysl využívá tzv. proudovou výrobu. Tato výroba se vyznačuje přesným rozčleněním výrobního procesu na jednotlivé operace (popř. úkony), které se provádějí na specializovaných pracovištích. Pracoviště jsou rozmístěna a uspořádána tak, že výrobek jimi prochází v proudu, podle časového sledu operací předepsaných technologickým postupem. Dílny a provozy jsou uspořádány předmětně, aby se zamezilo zbytečnému přepracování a zastávkám. Výrobní proces se pravidelně opakuje ve stále stejných časových intervalech, tedy rytmicky.[5]

Světové koncerny

Již od počátku automobilové produkce, automobilky mezi sebou spolupracují a také se spojují, aby zvýšili svou konkurenceschopnost vůči dalším automobilkám. Konkuruje společným vývojem lepších výrobků, rozložením vývojových a výrobních nákladů. To vede ke zvýšení zisku.[1]

Spolupráce jsou v automobilové branži na denním pořádku. Spolupráce nabývá nejrůznějších rozměrů.

Spolupracuje se:

- pouze na některých částech vozidel (motory),
- na jednotlivých vozech,
- na celkové paletě nabízených vozidel.[1]

Naprosto běžná je situace, kdy automobilka drží významný menšinový podíl v jiné automobilce.

Mezi pět nejvýznamnějších světových automobilových koncernů patří:[1]

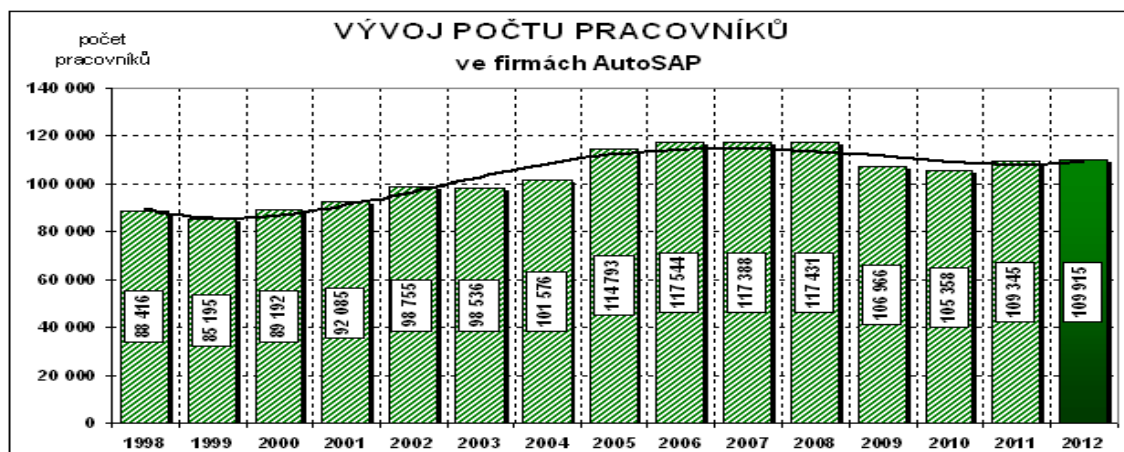
- **Toyota Motor Corporation** – Toyota, Lexus, Daihatsu, Scion.
- **General Motors Corporation** – Cadillac, Chevrolet, GMC, Opel, Vauxhall, Daewoo.
- **Volkswagen Group** – Volkswagen, Audi, Škoda, Bentley, Bugati, Lamborghini.
- **Hyundai Motor Company** – Hyundai, Kia.
- **Ford Motor Company** – Ford, Lincoln, Mercury, Volvo.[1]

1.2 Automobilový průmysl v České republice

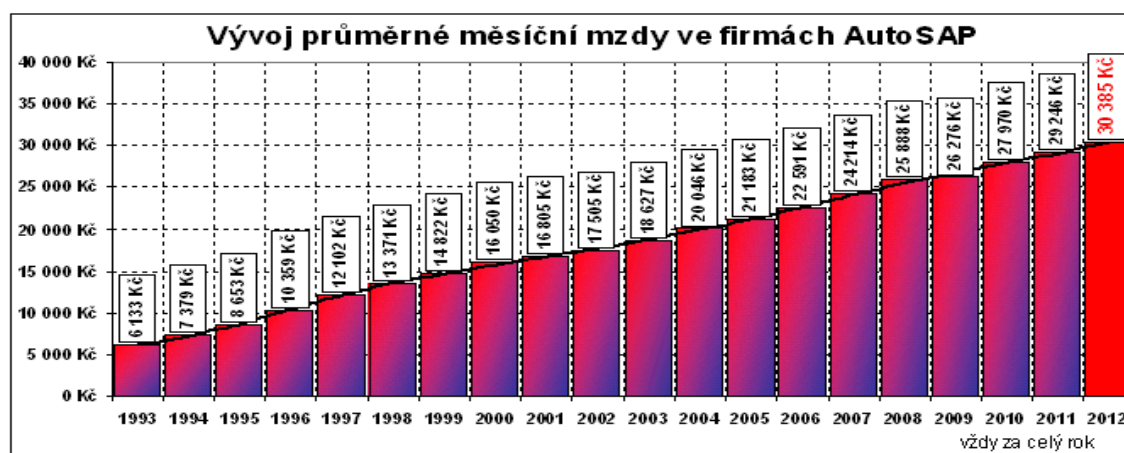
„Automobilový průmysl v České republice představuje jedno z nejrozvinutějších automobilových odvětví v regionu střední a východní Evropy. Díky své dlouhodobé tradici a technickému know-how se českému automobilovému sektoru podařilo vyvinout ve vyspělou automobilovou základnu“ [6]. Důkazem toho může být i první překonání hranice jednoho milionu vyrobených motorových vozidel v roce 2010.

Automobilky v tuzemsku vyrobily za prvních šest měsíců roku 2012 přes 675 tisíc aut. To je meziročně nárůst téměř o 5 % a zároveň nový rekord. Produkce narostla jak u osobních aut, tak u autobusů, nákladních automobilů i motocyklů.

V roce 2012 zůstal počet pracovníků v českém automobilovém průmyslu na úrovni roku předešlého, pohybuje se okolo necelých 110 000 kmenových zaměstnanců. Vzrostla průměrná mzda téměř o 4 %.[7]



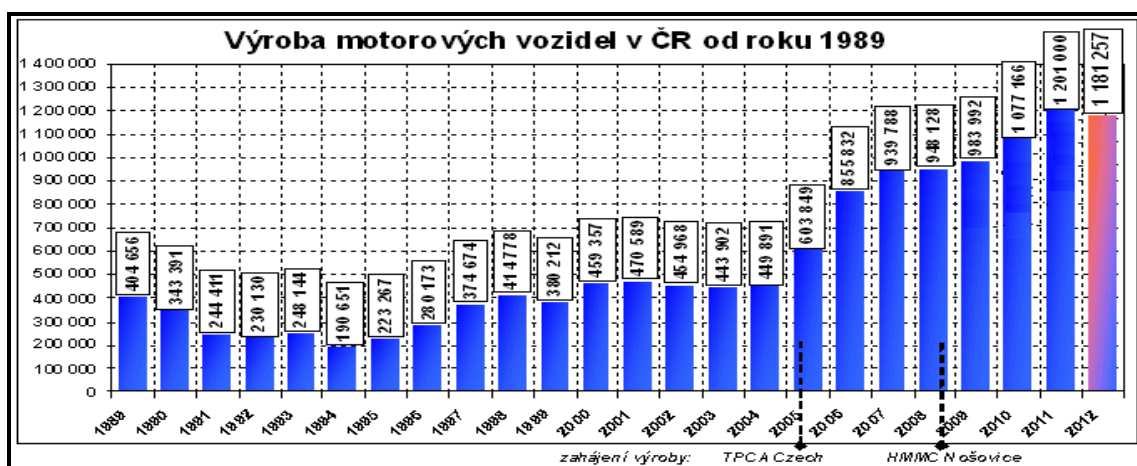
Graf 1 - Vývoj počtu pracovníků ve firmách AutoSAP[8]



Graf 2 - Vývoj průměrné měsíční mzdy ve firmách AutoSAP[9]

Z hlediska celosvětové produkce přispívají automobilky umístěné v ČR zhruba 1,5 procenty k celosvětové produkci, Slovensko zhruba 0,8 procenty.[7]

Novodobá historie českého automobilového průmyslu se může pyšnit nejen mnohými úspěchy ve výrobě, ale také vynikajícími výsledky v oblasti automobilového výzkumu a vývoje. Díky dobře vyvinutému trhu a vysoké úrovni technického vzdělání, s jedním z nejvyšších počtů absolventů na světě, se na českém trhu etablovaly i mnohé společnosti zabývající se automobilovým výzkumem a vývojem. Mezi více než třicet těchto společností, které využívají potenciál místní průmyslové tradice, mezi ně patří Porsche Engineering Services, Mercedes-Benz Technology, Ricardo, Swell, Valeo, Visteon, Aufeer Design, Bosch, Continental, Honeywell, Siemens, TRW Czech republic, ZF Automotive a mnoho dalších.[6]



Graf 3 - Výroba motorových vozidel v ČR od roku 1989[10]

AutoSAP

AutoSAP je dobrovolné účelové uskupení samostatných firem (akciových společností, společností s ručením omezeným, komanditních společností a dalších právních subjektů). Účelem je řešení a prosazování společných zájmů, záměrů a cílů automobilového průmyslu a vzájemná výměna informací. Sdružení vzniklo 27. června 1989.

Cílem je trvale rozvíjet automobilový průmysl jako specifické výrobní odvětví a udržovat trvalou konkurenční schopnost českých výrobců vůči vyspělým zahraničním firmám.

Členství usnadňuje spolupráci s dalšími organizacemi při rozvoji automobilového průmyslu na principu vzájemné ekonomické výhodnosti a všestranné konzultace a poradenskou službu (resp. zprostředkování těchto činností) v oblastech společných zájmů v daných oborech činnosti.[11] Počet firem zapojených do AutoSAP k březnu 2013 činí 146 členů.

Členové se dělí do tří skupin:

I. Výrobci vozidel:

- ŠKODA AUTO, a.s.,
- TOYOTA PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILE CZECH, s.r.o.,
- HYUNDAI MOTOR MANUFACTURING CZECH, s.r.o..

II. Dodavatelé dílů a příslušenství:

- AGC AUTOMOTIVE CZECH, a.s.,

- *AISIN EUROPE MANUFACTURING CZECH, s.r.o..*

III. Účelové organizace:

- *ČVUT v Praze, fakulta strojní – vysokoškolské studium,*
- *TECHNICKÁ UNIVERZITA v Liberci, fakulta strojní, katedra vozidel a motorů.[11]*

1.3 Představení podniku

1.3.1 Hyundai Motor Manufacturing Czech s. r. o.

Výstavba automobilky Hyundai Motor Manufacturing Czech s. r. o., dále jen HMMC byla založená 7. 7. 2006. Automobilka se rozkládá se na ploše o rozloze 200 hektarů v průmyslové zóně Nošovice u Frýdku-Místku (viz. Obrázek 1).

Jedná se o druhý výrobní závod Hyundai Motor Company v Evropě. Hyundai má mimo jiné závody v Koreji, Číně, Indii, USA, Turecku, Rusku. Mezi nejmladší patří továrna v Brazílii, jejíž výstavba byla započata v minulém roce.

V současnosti se v závodě HMMC vyrábí modely ix20, i30, i30 kombi, i30 3D a ix35. Představení modelů (viz. Obrázek 2). Výroba je dále soustředěna na převodovky, které HMMC dodává sesterskému závodu Kia v Žilině a pro HMMR.

Plánovaná výrobní kapacita při třisměnném provozu, který byl spuštěn 19. 9. 2011, je 300 000 aut ročně.[12]

K 4. 5. 2012 zaměstnávala společnost HMMC 3 514 zaměstnanců, z nichž 96 % představují občané České republiky.[16]



Obrázek 1 - Rozložení závodu HMMC[13]



Obrázek 2 - Vyráběné typy automobilů HMMC[14]

1.3.2 Historie Hyundai Motor Company

Automobilka Hyundai Motor Company, dále jen HMC, byla založena v roce 1966 v Soulu, Jižní Korea. Zakladatelem byl podnikatel Chung Ju-Young.

V roce 1968 HMC přišla s modelem Cortina, který vytvořila ve spolupráci s Ford Motor Company. Teprve v roce 1976 přichází HMC na mezinárodním trh s prvním ryze korejským automobilem Pony. Krátce poté sjel z výrobních pásů automobil Excel, který se jako první jihokorejský automobil výrazně prosadil i v USA. [15]

Vzápětí následovalo úspěšné „vylodění“ v Evropě, kde dnes patří největší jihokorejská automobilka z pohledu růstu prodeje k nejúspěšnějším.

V současnosti automobilka HMC patří mezi čtyři největší automobilky světa.

1.4 Základní pojmy

ED vrstva

ED vrstva je směs akrylové pryskyřice, barviva, rozpouštědla a vody. Chrání povrch karoserie proti korozi a zakrývá její nerovnosti. Nanáší se elektrolyticky, musí mít správné chemické složení a dobrou přilnavost. Tloušťka ED vrstvy je 20 μm . Další tloušťky vrstev jednotlivých nástřiků (viz. Obrázek 3).

Po vysušení v peci dochází k lokálnímu obroušení ED vrstvy při odstranění vad. Obroušené místo je nutné zastříkat, abychom zacelili broušený povrch. Musí být bez viditelných vad a defektů, které by byly viditelné po nanesení podkladové a finální barvy a laku, dále uváděny jako primer, base coat a clear coat. Maximálně možná tloušťka vrstev je 305 μm , při překročení této tloušťky dochází k špatným adhezním vlastnostem. Jsou tři

typy barev, Solid - nemetalická, Metallic - metalická. Liší se v tom, že Solid neobsahuje žádné přísady (částičky hliníku), Metallic tyto přísady obsahuje. Těmito přísadami se docílí metalický efekt.

HMMC Tloušťka vrstev nástřiku							
Klasifikace		Axalta				PPG	
		Základní		Metalická		Metalická	
		Min[μm]	Max[μm]	Min[μm]	Max[μm]	Min[μm]	Max[μm]
Tloušťka každé vrstvy	ED	20	20	20	20	20	20
	Primer	30	35	30	35	30	35
	BC	14	22	10	16	11	15
	CC	35	55	35	55	35	50
	Součet	99	132	95	126	96	120
Inspekční standart (průměr)		110μm		105μm		105μm	

Obrázek 3 - HMMC Tloušťka vrstev nástřiku[16]

Primer, Base a Clear coat

Primer, base coat a clear coat jsou dodávány firmami PPG a Axalta (Dupont). Firmy dodávají různé odstíny barev (viz. Obrázek 4). Celý sortiment Primer coat dodává firma Axalta, kompetní base a clear coat dodává každý výrobce samostatně.

HMMC Paleta barev										
Číslo	Označení	Jméno			Barva	Model				Poznámka
		Dodavatel	Primer	Base coat		A6A	JCW	ITW	A6W / A6D	
1	TCW	Axalta	White	Creamy White		○	○	○	○	
2	RAH	PPG	Light Gray	Sleek Silver		○	○	○	○	
3	ZAR	PPG	Dark Gray	Steel Gray II		○	○	○	○	
4	PAE	Axalta	Dark Gray	Phantom Black		○	○	○	○	
5	XAF	PPG	Light Gray	Ice Blue		○	○	○	○	
6	NSW	PPG	Dark Gray	Cashmere Brown		○	○	○	○	
7	WAE	PPG	Dark Gray	Blueberry Blue		○	○	○	○	
8	WB4	PPG	Dark Gray	Cool Brown				○		◀ pouze ITW
9	TWR	Axalta	Red	Cool Red		○	○	○	○	
10	USN	Axalta	Dark Gray	Hazel Brown		○	○	○	○	
11	T2U	Axalta	Dark Gray	Aqua Blue		○			○	◀ pouze A6A / A6W / A6D
12	P2N	PPG	Dark Gray	Satin Amber		○	○	○	○	
Součet						11	10	11	11	

Obrázek 4 - HMMC Paleta barev[16]

Suché broušení

Prostřednictvím suchého broušení se odstraňují vady karoserie vzniklé před a během procesu lakování. Používá se na pracovišti ED Sanding, ED Heavy repair a Repair sanding. Odstraňují se defekty typu potekliny, stopa po broušení, okuje, nečistoty a prach ve výsledném laku.

Výhodou je možnost broušení celé plochy karoserie. Nevýhodou je vysoká prašnost, která se ve formě prachových částic zaváže na karoserii do dalších procesů lakování.

Mokrý broušení

Pomocí mokrého broušení se odstraňují nečistoty a prach ulpěný na karoseriích. Používá se na pracovišti Primer sanding.

Při mokrém broušení se oproti suchému broušení nebrousí celý povrch, ale jen části obsahující defekty. Při broušení se aplikuje voda, čímž se povrch omývá a zároveň slouží jako mazadlo. Materiál, který je použit při mokrém broušení se snadno odstraní a povrch zůstane hladký.

Výhodou je eliminace prašnosti v procesu lakování, díky použití vody při broušení. Nevýhodou je odběr materiálu při broušení.

Bílý sealer

Bílý sealer je druh PVC pryskyřice teplem tvrdnoucí, který po vytvrdnutí nemění tvar. Nanáší se roboticky a ručně. Utěšňuje mezery v karoserii vzniklé při bodovém svařování, pro zaručení voděodolnosti karoserie a antikorozi ochranu. Vyznačuje se dobrou přilnavostí, nemění vzhled výsledné barvy.

Olejový sealer

Olejový sealer je druh pryskyřice teplem tvrdnoucí, která po vytvrdnutí nemění tvar. Nanáší se ručně pomocí stěrky, na místa, kde není možné aplikovat bílý sealer (víčko nádrže), z důvodu špatné přístupnosti. Používá se pro zaručení voděodolnosti karoserie a antikorozi ochranu. Vyznačuje se dobrou přilnavostí, nemění vzhled výsledné barvy.

Rock Primer Protection

Rock Primer Protection dále jen RPP, je PVC pryskyřice šedé barvy. Nanáší se na spodní část prahů, po celé délce karoserie. Cílem je ochrana prahů karoserie vůči odlétajícím kamínkům a dalším vnějším vlivům. Vyznačuje se dobrou přilnavostí, nemění vzhled výsledné barvy, odolnost vůči otěru.

Deadner

Deadner je akrylová pryskyřice černé barvy. Nanáší se roboticky na podběhy kol a podvozek karoserie. Chrání karoserii proti korozi, snižuje vibrace a tlumí hluk vznikající při jízdě. Mezi jeho vlastnosti patří pružnost po vytvrzení, odolnost vůči nízkým teplotám.

Antipad

Antipad je podložka pryžového typu, která slouží k odhlučnění karoserie. Nanáší se ručně na podlahu karoserie. Vyznačuje se vynikajícími odhlučňujícími vlastnostmi, redukuje okolní vibrace. V peci se za působení tepla přilepí ke karoserii.

Robotické nanášení barvy

Robotické nanášení barvy je proces, během kterého se na povrch karoserie aplikuje primer, base coat a clear coat. Zařízení při nanášení vytváří statickou elektřinu. Díky přítomnosti elektrického pole o vysokém napětí, dochází k přenosu elektricky nabitých částic (barva) na povrch karoserie. Provádí se ze dvou stran, pro účinné formování vrstev.

1.5 Proces lakování

Lakovny se rozlišují podle množství lakovaných výrobků, pro kusovou výrobu, malosériovou, velkosériovou a hromadnou. Vlastní proces lakování je v podstatě stejný, rozdíl bývá v mechanizaci dopravy a výrobního zařízení. K provozu lakovny je zapotřebí doprava a manipulace s lakovanými díly během technologického procesu, příprava a úprava vzduch, úprava vody, příprava a rozvod nátěrových hmot, řízení výroby.[17]

Proces lakování začíná příjezdem karoserie ze svařovny do lakovny prostřednictvím tunelu, který tyto dva provozy spojuje. Dělí se do několika fází.

Fáze lakovacího procesu:

1) PT/ED odmašťovací linka

Pracoviště PT/ED se dělí:

- *PT linka,*
- *ED linka,*
- *pec.*

Pracoviště PT obnáší před přípravný proces pro lakování karoserie. V tomto procesu se provádí odmašťování organických a anorganických látek, vytváření oxidační vrstvy a vyhlazuje se kovový povrch. Oplachují se korozi způsobující oleje (ochranné oleje, oleje pro válcování) a nečistoty (prach, zbytky brusného materiálu), které jsou na povrchu karoserie. Takto ošetřený povrch karoserie zvyšuje antikorozi ochranu, životnost a přilnavost barev. Díky tomu dochází k snadnému nanesení ED vrstvy. Oplachováním vzniká na karoseriích fosfátový nerozpustný krystalický film. Ve výsledku vytvořená vrstva zvyšuje antikorozi ochranu karoserií.

Následuje přechod do části ED, kde dochází k elektrolytickému pokovování. Zde karoserie prochází procesem namáčení a oplachování. Účelem je vylepšit antikorozi vlastnosti a odolnost vůči vnějším vlivům. Pro namáčení se používá pryskyřice rovnoměrně rozprostřena v rozpouštědle. Během procesu je namáčecí směs veden elektrický proud způsobující elektrolytickou reakci na povrchu karoserie.

K vytvrzení antikorozi namáčecí látky dochází v peci, po dobu 30 minut při stálé teplotě 175 °C.

2) Sealer linka

Po vytvrzení antikorozi látky v peci a jejím vychladnutí se karoserie dostává na pracoviště Sealer. Zde se utěšňují mezery mezi plechy karoserií vzniklé po svařování, prostřednictvím bílého sealer, olejového sealer a instalaci odhlučňovacích podložek. Je to velice důležitý proces, neboť zajišťuje vodě odolnost karoserie. Tím docílíme, snížení korozi zatížení a hlučnosti. Utěšňuje se interiér a exteriér karoserie.

Pracoviště Sealer se dělí:

- *automatické (robotické) těsnění,*
- *manuální těsnění,*
- *odhlučňování,*
- *kontrola a jemné utěšňování.*

Automatické robotické utěšňování se provádí prostřednictvím dvou robotů, na obou stranách linky. Bílý sealer je aplikován do mezer po svařování ve dvou fázích. V první fázi se aplikuje v oblasti motoru a kufru, v druhé fázi se aplikuje na podlahu v interiéru.

V manuální fázi se aplikuje bílý a olejový sealer. Bílý sealer se nanáší kolem dveří, přední a zadní kapoty. Olejový sealer tam, kde byl nedostatečně aplikován bílý. Nanáší se pomocí gumové stěrky.

Dále se instalují odhlučňovací podložky v oblasti podlahy, nárazníku, kufru a předních podběhů.

Proces kontroly a jemného utěšňování se skládá ze dvou částí. První je kontrola kvality ED vrstvy, druhá je aplikace olejového těsniva. Olejové těsnivo se aplikuje do těžko přístupných míst karoserie, jako je dešťový žlábek střechy a kolem otvoru palivové nádrže.

3) UBS linka tlumení

K další fázi utěšňování přechází karoserie na linku UBS, kde se provádí plně robotické utěšňování podvozku karoserie. Aplikují se zde utěšňovací a tlumící prostředky v oblasti podvozku a podběhů kol. Před samotným procesem utěšňování, dochází k aplikaci maskovacích přípravků (krytky šroubů a otvorů), k zamezení kontaminace interiéru během aplikace těsnících přípravků. Účelem je zdokonalení voděodolnosti a antikoroze ochrany. Tlumením docílíme snížení vibrací.

Pracoviště je rozděleno do čtyř částí, které jsou plně automatizované.

Pracoviště UBS se dělí:

- *bílý sealer,*
- *RPP,*
- *deadner,*
- *pec.*

Nejprve dochází k robotickému nanášení bílého sealeru v oblasti celého podvozku karoserie. Tento proces probíhá ve dvou fázích pomocí robotů.

Poté následuje RPP, který se nanáší na spodní hrany prahů v celé délce karoserie. Aplikace se provádí roboticky. Má to nejen estetický účel, ale také chrání prahy a spodní část karoserie proti odlétajícím kamínkům. Neprovádí se u všech typů karoserie, protože u některých modelu je tento proces nahrazen plastovými díly.

Dále se nanáší Deadner v oblasti podběhů kol a nádrže. Tato aplikace snižuje hlučnost a zvyšuje odolnost proti korozi.

Po ukončení procesu utěšňování, putuje karoserie do pece. Zde se vytvrzují jednotlivé utěšňovací povlaky. Vypalování probíhá při teplotě 150 °C po dobu 20 minut.

4) ED Sanding

Po vychladnutí putuje karoserie na linku ED Sanding. Na této lince se provádí kontrola ED vrstvy a jednotlivých povlaků nanesených na předchozích linkách (bílý Sealer, RPP, Deatner). Dochází k malým opravám vad karoserií prostřednictvím suchého broušení. V případě úplného probroušení ED vrstvy až na kov je toto místo zastříkáno ochrannou vrstvou, dále uváděno jako wash primer. Tento wash primer má podobné vlastnosti jako ED vrstva.

Pracoviště ED Sanding se dělí:

- *svrchní části karoserie,*
- *exteriér karoserie,*
- *interiér karoserie,*
- *zastřík a ofuk broušených míst,*
- *ED heavy repair.*

V první fázi dva pracovníci provádějí kontrolu. V případě vad na svrchní vrstvě provedou přebroušení. Kontrola je provedena na kapotě, střeše a pátých dveřích.

Dále se provádí kontrola a broušení bočních částí exteriéru karoserie blatníky, dveře a zadní část karoserie.

V třetí fázi dochází ke kontrole a broušení částí interiéru karoserie. Provádí se v oblasti předních a zadních dveří, prahů.

Nakonec se provádí zastříkání broušených míst, z důvodu ochrany karoserie proti korozi. Zástřík je aplikován stříkácí pistolí, nanášením wash primer. Poté se provede celkový ofuk broušených míst, pro zabránění kontaminace prachovými částicemi, před nanesením podkladové vrstvy.

Závady většího rázu, díky kterým by došlo k zastavení linky, pracovníci označí a odešlou karoserii na pracoviště ED Heavy repair. K tomuto pracovišti se budu dále podrobněji věnovat.

5) Primer

Zde dochází k nanesení primer na ED vrstvu. Tím se zvyšujeme přilnavost base coat a docílíme správnou formaci clear coat výsledných karoserií. Nanáší se v lakovací kabině, kde se používají automatické rozstříkovací zařízení, roboti a lakovací pistole.

Pracoviště Primer coat se dělí:

- *příprava karoserie,*
- *automatický nástřík interiéru,*
- *manuální stříkání dveří a kapoty,*
- *automatický nástřík exteriéru,*
- *pec.*

Před samotným stříkáním primer se karoserie musí dostatečně připravit. Příprava se skládá ze dvou fází. V první fázi pracovníci ofukují a otírají karoserii v oblasti kapoty, předního blatníku, přední dveře, zadní dveře, zadní bok a páté dveře. Používají jim k tomu ofukovací pistole se stlačeným vzduchem a antistatické lepidlo utěrky. V další fázi dochází k očištění pomocí stíracího stroje. Ten je vybaven vzduchovou bránou a rotačními kartáči. Brána odstraní nečistoty prouděním vzduchu. K mechanickému otírání prachových částic

z povrchu karoserie za pomoci statického náboje zajišťují rotační kartáče s pštrosím peřím. Tento proces je důležitý, protože při opakovaném ulpění prachových částecí na karoserii by znehodnotilo výslednou primer strukturu.

Takto ošetřená karoserie přechází k robotickému nástřiku barvy interiéru karoserie. Aplikuje se pomocí dvou robotů na každé straně v celém rozsahu interiéru.

Poté dochází k manuálnímu nástřiku interiéru dveří a kapoty. Provedou nástřik vnitřní části kapoty, lem blatníku, motorovou část, panty a lem pátých dveří.

V celém procesu nanášení podkladové barvy musí být stabilní teplota 23 °C a vlhkost 75 % ± 5 %.

Dalším krokem je automatický nástřik exteriéru. Barvu aplikují čtyři roboti na obou stranách. Dva roboti pracují s vertikálním a dva s horizontálním pohybem, tím zajistí nástřik celého exteriéru karoserie.

Nastříkaná karoserie putuje dále do pece, k vypálení primer a odpaření rozpouštědel. Vypalování probíhá za teploty 150 °C po dobu 20 minut.

6) Primer sanding

Po vychladnutí putuje karoserie na linku Primer sanding. Na této lince se provádí kontrola a oprava primer. Dochází k malým opravám vad karoserie prostřednictvím suchého a mokrého broušení. Broušené místo se následně otírá antistatickou utěrkou.

Pracoviště Primer sanding se dělí:

- *svrchní části karoserie,*
- *exteriér karoserie,*
- *interiér karoserie,*
- *zástřik a ofuk broušených míst,*
- *Primer heavy repair.*

V první fázi pracovníci kontrolují svrchní část poloviny karoserie. Kontrola je provedena na kapotě, střeše a pátých dveřích.

Dále se provádí kontrola na bočních částech blatník, dveřích a zadní část karoserie).

Následuje kontrola části interiéru, v oblasti předních a zadních dveří a prahů.

V závěrečné části se provádí zástřik broušených míst, z důvodu ochrany karoserie proti korozi. Provádí stříkací pistolí, kterou se na zbroušené místo nanese odpovídající primer. Poté se provede celkový ofuk broušených míst, pro zabránění kontaminace prachových částecek, před nanesením base a clear coat.

Pokud pracovníci objeví neodstranitelný problém za chodu linky, označí ho viditelně páskou a odešlou karoserii na pracoviště Primer heavy repair. Zde je OFFline pracoviště, na kterém se provádí těžké opravy.

7) Top coat

Top coat je proces, kdy dochází k překrývání primer, příslušným base coat. Tímto se zvyšují mechanické vlastnosti výsledného laku a odolnost karoserie vůči vnějším vlivům.

Proces má zásadní vliv na výsledný vzhled karoserie, respektive finálního vozu, kdy je kladen důraz na oslnivost a hladkost.

Pracoviště Top coat se dělí:

- *třídění,*
- *příprava karoserie,*
- *manuální stříkání interiéru,*
- *automatický nástřik exteriéru (BC),*
- *intermediální pec,*
- *automatický nástřik exteriéru (CC),*
- *pec.*

V první části dochází k třídění karoserií v Color selection podle barvy. Cílem je nástřik co největšího počtu karoserií stejnou barvou. Sníží se počet čištění lakovacích hlavic (úspora rozpouštědel) a zabrání se možnosti vzájemné kontaminace různých barev při nástřiku.

Příprava karoserie shodně jako na pracovišti Primer.

Následuje manuální nástřik interiéru (BC) v oblasti pantů dveří, vnitřního rámu předních a zadních dveří, interiér předních a zadních dveří, B sloupek, panty a lem pátých dveří.

Dále se provádí automatický nástřik exteriéru (BC). Aplikuje se pomocí šesti robotů po obou stranách linky. Roboti provedou nástřik ve vertikálním a horizontálním pohybu, takto pokryjí celý exteriér karoserie.

Nastříkaná karoserie putuje do intermediální pece, k finálnímu odpařování zbytkové vody v base coat a ve vodou ředitelných barvách. Odpařuje se při teplotě $90\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 4 minut.

Následuje automatický nástřik exteriéru (CC). Aplikuje se pomocí dvou robotů po obou stranách linky. Roboti pracují s vertikálním a horizontálním pohybem. Předchozí proces odpařování je velice důležitý, neboť se dále používají ředidlem ředitelné barvy. Pokud by vrstva base coat obsahovala jakoukoli vlhkost, došlo by k deformaci výsledného povrchu, projevující se vadami tzv. krátery.

Po celkovém nanesení všech vrstev putuje karoserie k vypálení do pece při teplotě $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 35 minut.

V celém procesu nanášení base coat musí být kontrolována a stabilizována teplota a vlhkost. Celý proces je uzavřen a vybaven ofukovacími bránami, aby nedocházelo k průvanu a vzniku nečistot.

8) Final Inspection

Na tomto pracovišti se kontroluje kvalita výsledného povrchu a odstraňují se malé závady v povrchové úpravě pomocí broušení a leštění. Cílem je dodržení standardní kvality konečného nástřiku a kontrola všech defektů opravovaných v předešlých procesech.

Pracoviště Final Inspection se dělí:

- *pohledový proces,*
- *brousící proces,*
- *leštící proces,*
- *finální inspekce.*

V pohledovém procesu pracovník celou karoserii vizuálně a hmatově prohlédne. Pokud nalezne jakoukoli závadu, viditelně ji označí a zapíše do inspekční karty.

Odstranění nalezení vad se provádí v brusném procesu, pomocí mikrobrusky a vody, po dobu 4 - 5 sekund.

V leštícím procesu se vyleští broušené místo pomocí leštičky a leštící pasty po dobu 6 - 8 sekund. Přílišně vyleštěný povrch karoserie způsobuje nerovnoměrný lesk laku.

Na finální inspekci se posuzuje kvalita opravených defektů. Pokud karoserie splňuje standardy finální inspekce, putuje k dalšímu procesu. Pokud je nesplňuje, putuje na opravárenské pracoviště Touch-up a Repair Sanding.

9) Touch-up

Touch-up je opravné pracoviště, kde se opravují defekty odhalené na Final Inspection, zejména těžké opravy.

Pracoviště Touch - up se dělí:

- *light repair,*
- *heavy repair,*
- *part Exchange,*
- *repair sanding.*

V části light repair se provádějí opravy malého rázu, především v interiéru karoserie.

Na heavy repair putují karoserie s vadou na exteriéru velkého rozsahu. Používají se k tomu brusky, brusné papíry, stříkací pistole a infračervené lampy. Lampy simulují podmínky ve velkých vypalovacích pecích při lokálních opravách laku. Vypalování podle typu opravy probíhá při teplotě 90 - 120 °C po dobu 6 - 20 minut. Pokud je na pracovišti objevena závada, která je ve velkém rozsahu putuje karoserie na Repair Sanding.

Na pracovišti part Exchange probíhá výměna vadných odnímatelných dílů za dobré. Příslušné díly jsou na pracovišti umístěné v připravených stojanech.

Nejtěžší závady se opravují v části Repair Sanding. Zde po opravě putuje karoserie k opětovnému nástřiku. Tomuto pracovišti se budu dále podrobněji věnovat.

10) Black tape

Zde se manuálně nanáší černá samolepící páska na rámy předních a zadních dveří. Černá páska má čistě estetický účel a je na všech modelech karoserií.

Pracoviště Black tape se dělí:

- *infra ohřev rámečků dveří,*
- *instalace pásky.*

Před nanesením se musí rámy dveří nahřát, aby došlo k maximálnímu přilnutí pásky k povrchu karoserie. K nahřátí dochází těsně před aplikací, pomocí infračervených lamp, které nahřejí rámy dveří na teplotu 28 - 32 °C.

Před instalací je páska uskladněna v předeřáté skřínce, kde se zahřívá na teplotu 28 - 30 °C. Je důležité, aby při nalepení pásky k rámu nevznikaly bubliny.

11) Wax

Jednotlivé dutiny karoserie se vyplňují speciálním voskem, který vytvoří film. Tento film chrání karoserii před korozí.

Vosk je do karoserie vstříkován o teplotě 33 °C, dochází k tzv. atomizaci (odpaření vosku), kdy vznikne voskový oblak, který vyplní celou dutinu a vytvoří voskový film.

Pracoviště Wax se dělí:

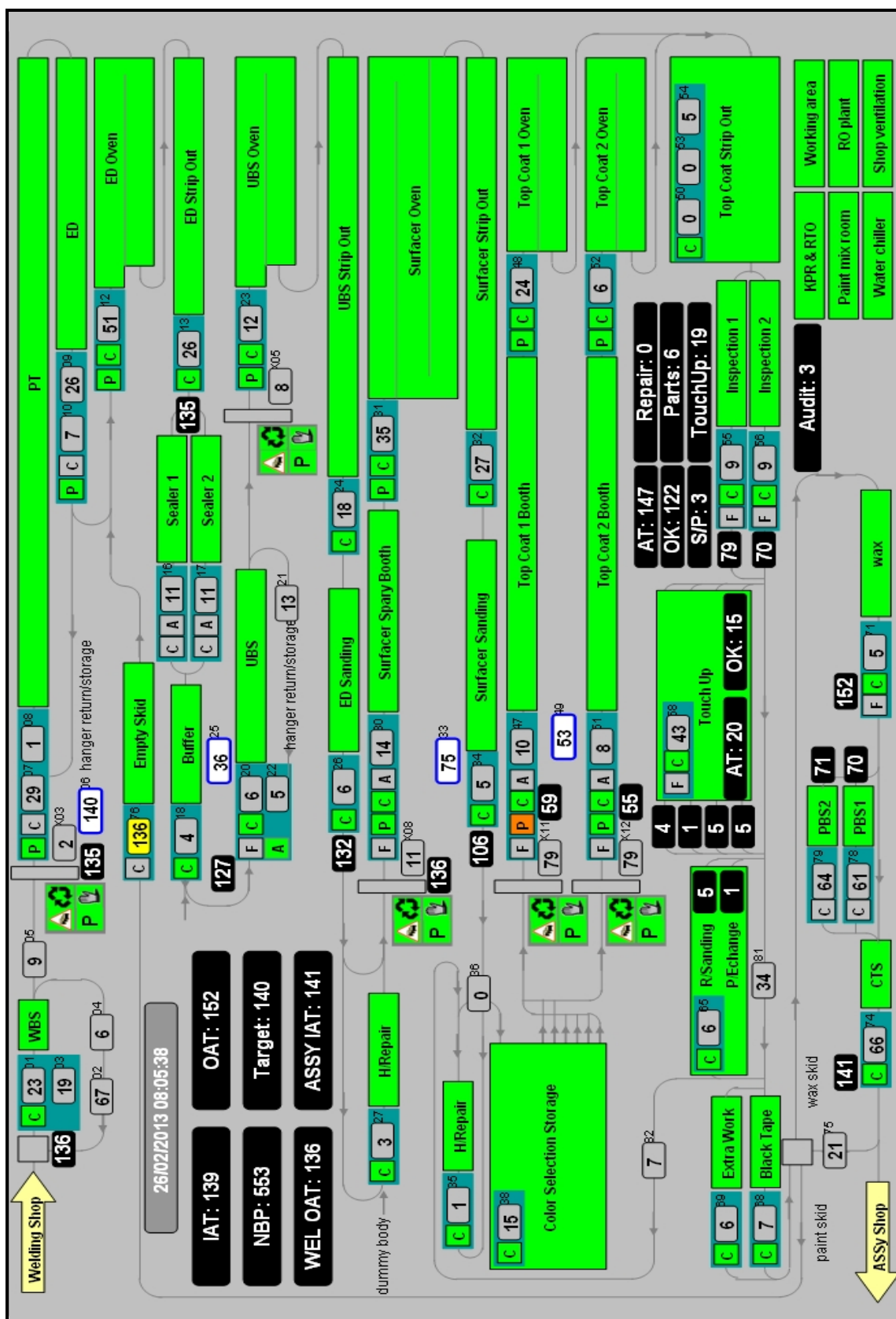
- *přední a zadní dveře,*
- *kapota,*
- *páté dveře.*

V první části pracovník vstříkne vosk do dutin ve spodní části předních a zadních dveří.

Dále dojde k vyplnění dutin ve spodní části přední kapoty a dutin ve spodní části pátých dveří. V každé fázi úkonu nanášení se provede kontrolu a otěr přebytečného vosku.

12) PBS

Pro shromáždění dokončených nalakovaných karoserií slouží PBS. Odtud se vysílá sekvence pro finální montáž.[16]



Obrázek 5 - Schéma pracovišť lakovny[16]

2 Stanovení základních druhů těžkých oprav

Úkolem je stanovit základní druhy těžkých oprav a jejich eliminaci na pracovišti ED Heavy repair. Zhodnotit stávající stav a optimalizovat pracovní standardy nejčastěji se opakujících oprav. V následujících kapitolách si představíme danou problematiku pracoviště ED Heavy repair.

2.1 Vady karoserie v procesu lakování

Proces lakování karoserie je velice náročný a rozsáhlý. Je zde mnoho úkonů a manipulací, které mohou vést k vadám povrchové úpravy karoserie. Z pozorovaného výskytu vad karoserií jsem vyčlenil vady (viz. Tabulka 1). Vady se dále dělí podle místa vzniku v procesu výroby karoserie (viz. Tabulka 2). Vznikají buď při lisování dílů, v procesu svařování a v samotné lakovně. Vady musejí být odstraněny, což vede k zvyšování nákladů a zpomalování procesu lakování.

Tabulka 1 - Vady karoserie

Anglický název	Český název	Anglický název	Český název
ED flowing	ED poteklina	Scrap	Neopravitelný díl
Missing Sealer	Chybějící sealer	THN	Slabá vrstva barvy
SLR	Kontaminace Sealerem	RPP	Kontaminace RPP
Deformation	Deformace	Hemming	Černý Sealer z Weldingu
Crack	Prasklina	Neck	Mikrotrhlina
SMK	Stopa po broušení	ED SMK	Stopa po broušení z EDS
TMK	Otisk	Deadner	Kontaminace Deadnerem
Dent	Důlek v karoserii	Wave	Vlna
Welding chips	Okuje	Bad ED Layer	Špatná vrstva ED
Scratch	Škrábanec		

Tabulka 2 - Dělení podle místa vzniku defektu

Mimo lakovnu	V lakovně
Deformation (Deformace)	ED flowing(ED poteklina)
Crack (Prasklina)	Missing Sealer(Chybějící sealer)
Welding chips (Okuje)	SMK (Ctopa po broušení)
Hemming (Černý Sealer z Weldingu)	TMK (Otisk)
Scrap (Zničený díl)	Dent (Důlek v karoserii)
Neck (Počátek praskliny)	Scratch (Škrábanec)
Wave (Vlna)	SLR (Kontaminace Sealerem)
	Scrap (Zničený díl)
	THN (Slabá vrstva barvy)
	RPP (Kontaminace RPP-vrstvy)
	ED SMK (Stopa po broušení z EDS)
	Deadner (Kontaminace Deadnerem)
	Bad ED Layer (Špatná vrstva ED)

2.1.1 Vady karoserie

Vzhledem k rozmanitosti závad jsem se zaměřil na ty nejhlavnější. Po konzultaci jsem vybral šest nejčastěji se objevujících vad karoserií. Výběr vad jsem podpořil měřením, které probíhalo v průběhu čtyř měsíců (viz. Tabulka 3). Další vady jsem uvedl (viz. Příloha A).

Vybrané vady:

- ED poteklina,
- důlek,
- okuje ze svařovny,
- deformace,
- stopa po broušení,
- škrábanec.

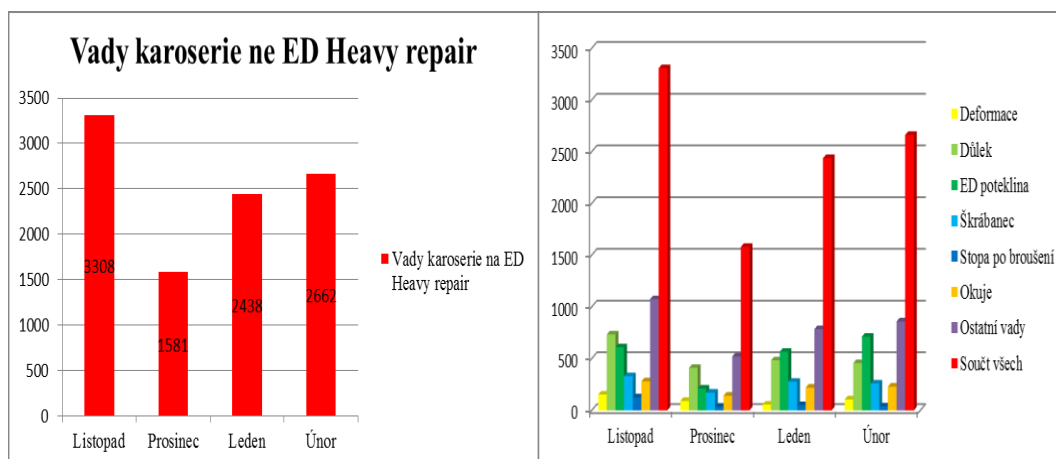
Tyto vady jsem podrobně zkoumal a snažil se eliminovat jejich důsledky na Final Inspection. Na pracovišti ED Heavy repair jsem pozorovat výskyt těchto vad a snažil se zefektivnit proces oprav.

Cílem je eliminace těchto závad, protože při jejich odstraňování vznikají zásadní negativa. Broušením zvyšujeme prašnost v celém procesu lakování, což vede k znehodnocování výsledné barvy a laku. Dále dochází k vybroušení ED vrstvy, čímž se snižuje korozi odolnost karoserie.

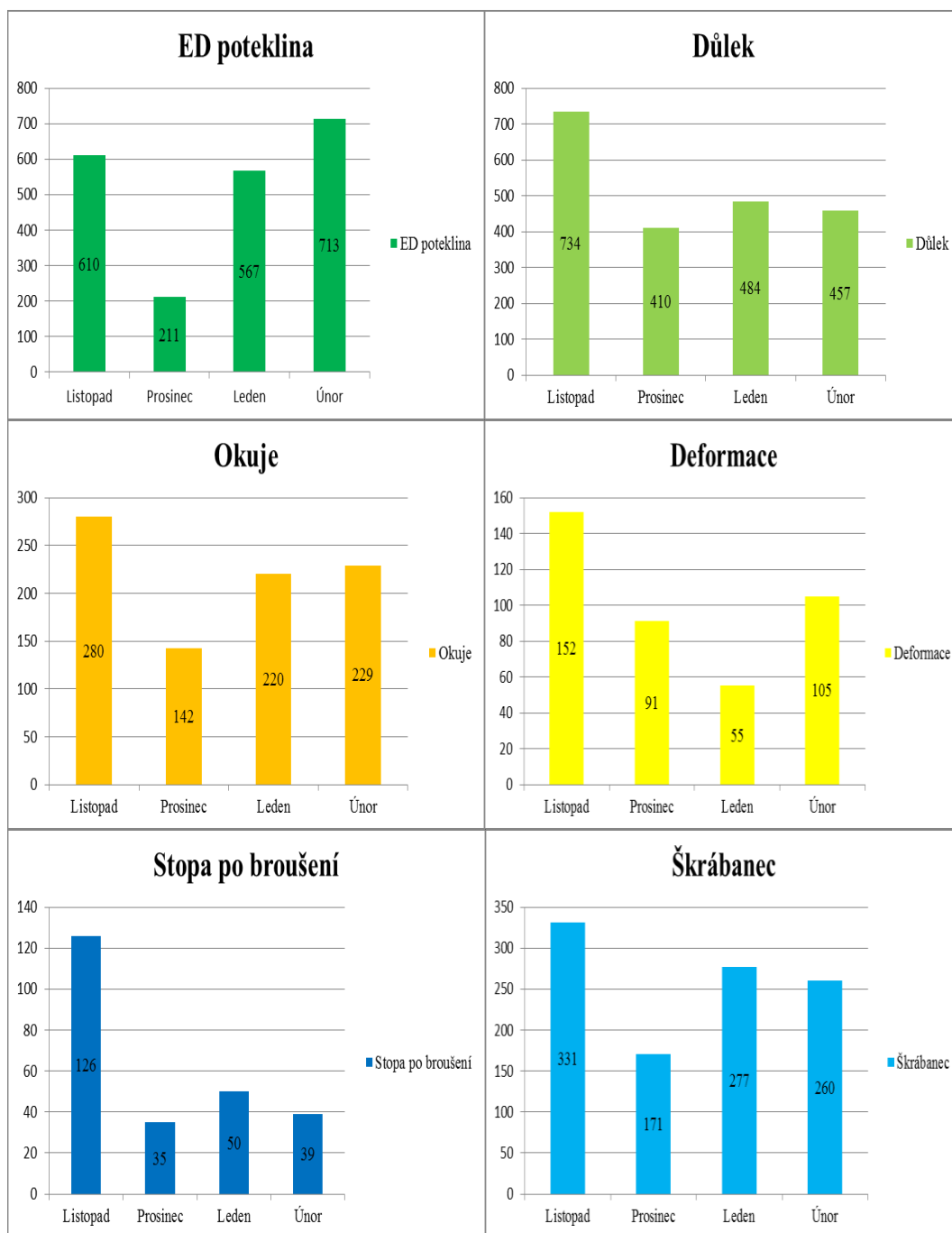
Během zkoušky oprav byly použity optimalizované pracovní standardy a vzorky wash primer. Tyto standardy se budou vyhodnocovat po výsledcích na Final Inspection. Díky tomu se vybere ten nejvhodnější.

Tabulka 3 - Vady karoserie na ED Heavy repair[16]

Měsíc	Vady karoserie na ED Heavy repair								
	Deformace	DNT	ED poteklina	Škrábanec	Stopa po broušení	Okuje	Další vady	Součet všech vad	Součet vybraných vad
Listopad 2012	152	734	610	331	126	280	1075	3308	2233
Prosinec 2012	91	410	211	171	35	142	521	1581	1060
Leden 2013	55	484	567	277	50	220	785	2438	1653
Únor 2013	105	457	713	260	39	229	859	2662	1803



Graf 4 - Četnost vad karoserie na ED Heavy repair

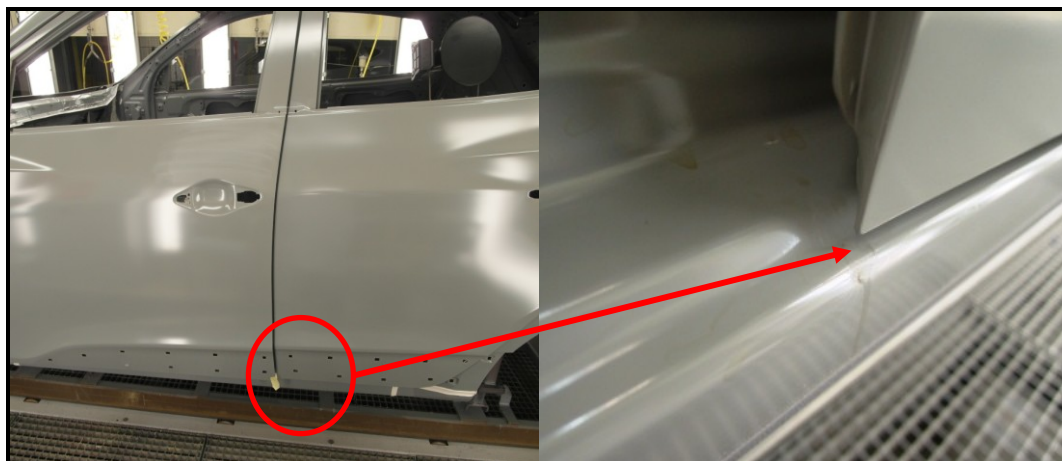


Graf 5 - Četnost vybraných vad na ED Heavy repair

2.1.2 Popis vad

ED flowing (ED poteklina)

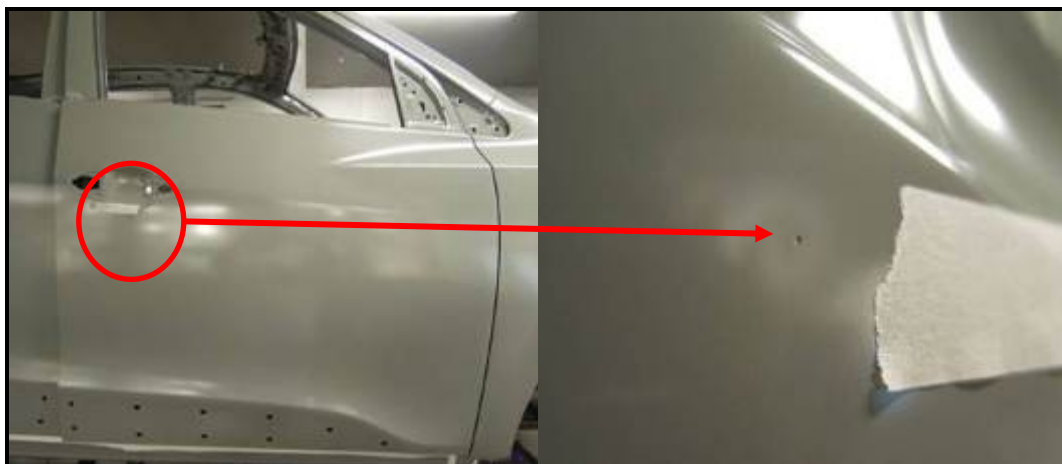
Vada se objevuje poměrně často. Vzniká v PT/ED procesu, kdy po nanesení antikoroziční vrstvy nestihne všechna přebytečná barva před procesem zapékání v peci stéct a zapeče se. Nejčastěji objevuje v oblasti pod "B" sloupkem (viz. Obrázek 6), pod "A" sloupkem a pátými dveřmi.



Obrázek 6 - ED poteklina

Dent (Důlek v karoserii)

Tato vada se projevuje důlkem v karoserii. Dochází k ní v lisovně, svařovně a lakovně, kdy pracovní neopatrnou manipulaci s karoserií vytvoří v karoserii důlek, který se po nanesení antikoroziční vrstvy zviditelní. Důlek na pravých předních dveřích (viz. Obrázek 7).



Obrázek 7 - Důlek

Welding chips (okuje)

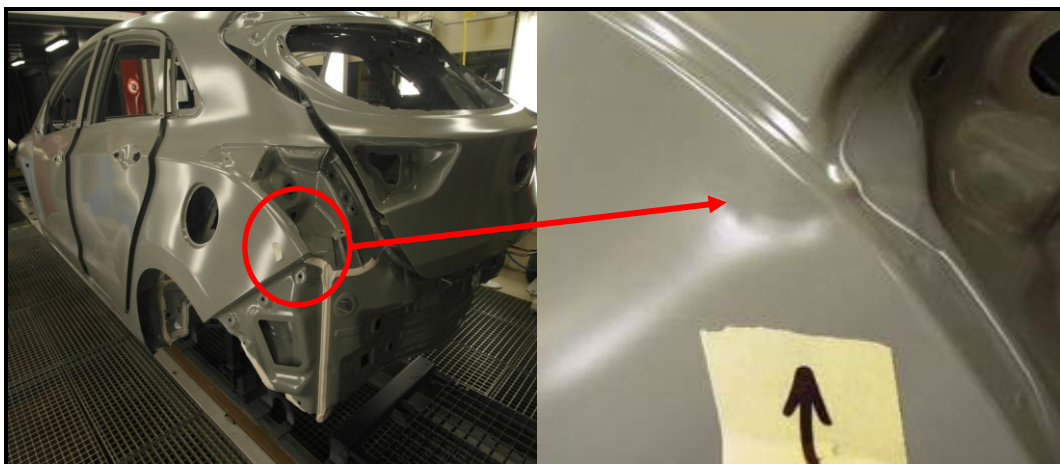
Vada vzniká ve svařovně, kdy při bodovém svařování karoserie dochází k odlétání žhavého kovu (okuji), který se přilepí na povrch karoserie. Takto kontaminovaná karoserie putuje k procesu nanášení antikoroziční vrstvy, kde dojde k překrytí a zviditelnění vady. Projevuje se malou kapičkou na karoserii na levých zadních dveřích (viz. Obrázek 8).



Obrázek 8 - Okuje

Deformation (Deformace)

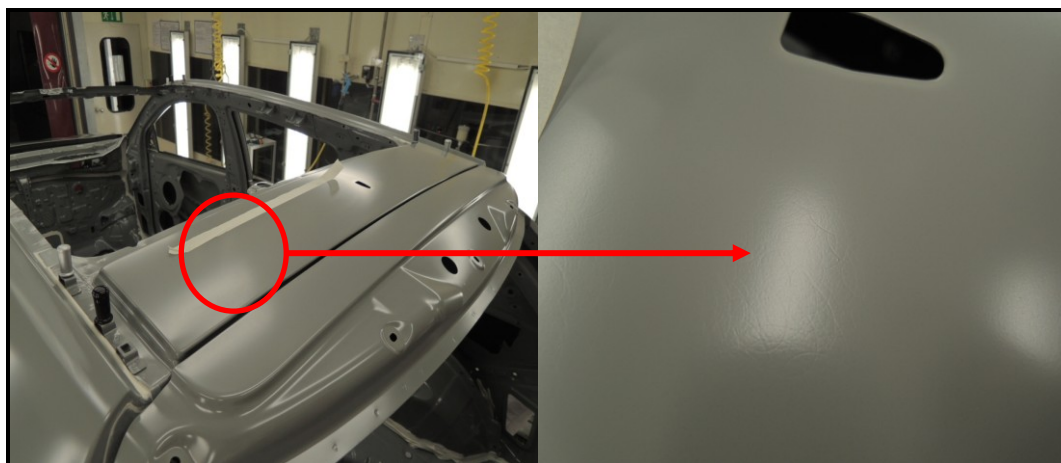
Tato vada patří mezi těžko opravitelné. K jejímu vzniku často dochází v lisovně nebo svařovně, při nesprávném nastavení přípravků pracovníkem. Dochází k nepatrnému ohnutí plechů prostřednictvím robota, který způsobí deformaci (viz. Obrázek 9).



Obrázek 9 - Deformace

SMK (Stopa po broušení)

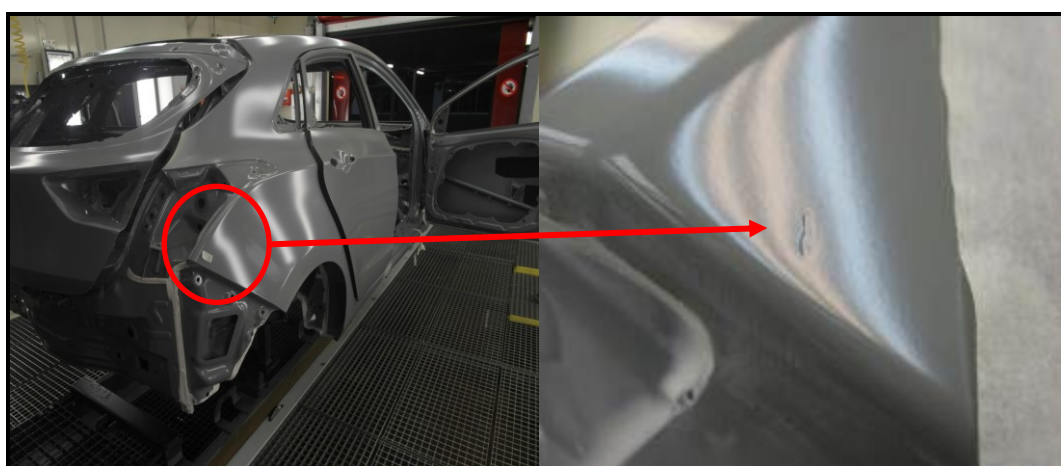
Tato vada je způsobena použitím nesprávného postupu při broušení nebo špatným brusivem. Stopy mohou vzniknout buď ve svařovně, kde se brousí okuje z karoserie. Způsobené rýhy a oblouky se poté objeví při nanášení ED vrstvy. Dále k tomu dochází na lince ED Sanding při broušení většiny vad (viz. Obrázek 10).



Obrázek 10 - Stopa po broušení

Scratch (Škrábanec)

K vadě dochází při neopatrné manipulaci s karoserií pracovníky, chybnému pohybu robota, zavadění dílu o různé přípravky a manipulační prostředky. Škrábanec na pravém zadním blatníku (viz. Obrázek 11).



Obrázek 11 - Škrábanec

2.1.3 ED Heavy repair

ED Heavy repair, neboli těžké opravy, je OFFline linka v lakovacím procesu. Opravují se zde karoserie, na kterých byla zjištěna velká závada na povrchové úpravě. Závady mohly vzniknout v lisovně, svařovně nebo lakovně. Pokud pracovníci na ED Sanding odhalí takto vzniklou vadu, která je těžko opravitelná nebo časově náročná, viditelně jí označí prostřednictvím lepicí pásky a odešlou na toto OFFline pracoviště.

Pracovníci jsou vybaveni na jakékoli opravy vad karoserií. Mají k tomu potřebné nástroje (viz. Vybavení pracoviště ED Heavy repair) a čas, kterého je nedostatek na ONline lince ED Sanding.

Po příjezdu vadné karoserie, pracovníci provedou vizuální a dotykovou kontrolu. Po celkové kontrole vyhodnotí situaci a klasifikují vadu. Podle předepsaného postupu opravy provedou opravu vady karoserie. Po dokončení provedou záznam prostřednictvím softwaru IMIS Paint Inspection System, umístěném v počítačové stanici na pracovišti. Tato dokumentace je velice důležitá, pro monitorování a zpětné dohledání jednotlivých oprav v případě kvalitativních problémů. Popis pracoviště ED Heavy repair (viz Obrázek 12).



Obrázek 12 - Pracoviště ED Heavy repair

Vybavení pracoviště ED Heavy repair

Na tomto pracovišti je mnoho nástrojů a zařízení, které slouží k velké škále oprav. Pracovníci jsou také vybaveni povinnými ochrannými pracovními pomůckami.

Nářadí a zařízení na ED Heavy repair:

- brusný papír hrubosti 120-1500,
- pneumatická orbitální bruska,
- pneumatická úhlová bruska,
- minijet,
- ofukovací pistole,
- pin puller spot – reverzní kladivo,
- wash primer,
- ruční brusný hoblík (kulatý), antistatická lepivá utěrka, kladivo, důlčák, háky, karosářský pilník a stěrka,
- antistatická kombinéza, pokrývka hlavy, obuv, rukavice, protiprachová polomaska, ochranné brýle, zátkové chrániče sluchu.

Brusný papír hrubosti 120-1500

Brusné papíry se připevňují na orbitální a leštící brusky. Slouží k odstranění vad z karoserie. Používá se v mnoha tvarech a hrubostech. Mezi nejpoužívanější patří kruhový tvar o průměru 125 mm, hrubosti P160 a P320. Pokud je potřeba jemného broušení, použije se brusný papír P600, 500, 800, 1000 velvet a UF1500 (viz. Tabulka 4).

Pneumatická orbitální bruska

Zařízení slouží k broušení vad z karoserie prostřednictvím brusných papírů, které se přichytávají na spodní stranu rotační hlavice suchým zipsem.

Manipulace s orbitální bruskou je náročná a vyžaduje určitou zručnost a praxi.

Tabulka 4 - Převodní tabulka zrnitosti brusných materiálů[16]

Převodní tabulka zrnitostí brusných materiálů							
SCP	Trizact	FEPA	Micro	Diamond	ANSI	JIS	EMERY
X CRS	A200	P100	150		100X		3
CRS	A160	P120	120	M125 / 120MESH	120X		
MED	A130	P150	100		150X		
	A110 A100	P180	80 70		180X		
FIN	A90	P220 P240	60	M74 / 200MESH	220X		2
	A85 A75 A65 A60	P280 P320	50	M40 / 400MESH	240X		
VFN	A45	P360	40	M30 / 500MESH	280X 320X	320 360	1
	A35 A30	P500 P600	35 30		360X 400X	400 500	1/0 2/0
	A25 A20 A16	P800 P1000	20 15	M20 / 800MESH	500X 600X	600 1000	3/0
		P1200		M10 / 1800MESH R10 / 1800MESH	800X	1200	4/0
UFN		P1500 P2000	12 9		1000X 1200X	1500 2000	
	A6		5			2500	

Pneumatická úhlová bruska

Lešticí bruska pracuje na stejný princip jako orbitální bruska, ale má menší rozměry (průměr rotační hlavy 80 mm). Slouží k použití na těžko přístupných místech.

Minijet 3000 B HVLP

Je stříkácí pistole pro malé lakovací práce a design. Minijet slouží k zastříkání zbroušené ED vrstvy. K nástřiku se používá wash primer.

Ofukovací pistole

Vzduchovou pistolí používáme k sfouknutí nečistot a prachových částic z karoserie, vzniklých při broušení. Mimo jiné ji používáme k vysušení wash primer a dalších aplikovaných povlaků.

Pin puller spot – reverzní kladivo

Zařízení se používá k vytloukání důlků a deformací v těžko přístupných místech. Pracuje na principu bodové svářečky a kladiva. Pin puller spot vyžaduje dobrou zručnost a značnou opatrnost, aby nedošlo k propálení karoserie v místě přichycení.

Wash primer

Wash primer se používá k ošetření zbroušeného místa karoserie, kde byla zbroušena ED vrstva. Takto odhalené místo se zastříká wash primer, který nahrazuje antikorozi vlastnosti ED vrstvy. Tuto barvu si pracovníci sami ředí na pracovišti, v poměru 2:1 (2 dílky ředidla:1 dílku wash primer).

Hříbek, antistatická utěrka, háky, karosářský pilník, stěrka, kladivo a důlčík

Toto nářadí má pracovník umístěné na každé straně pracoviště, aby ho měl okamžitě v dosahu.

Hříbek se používá pro mokré broušení, na který se umísťuje smirkový papír o hrubosti 20 µ. Na spodní straně hříbku je houbička nasáklá vodou.

Antistatická lepivá utěrka slouží k otěru částí karoserií vzniklých po broušení ED vrstvy. V hadříku je obsažena speciální pryskyřice, která lépe váže částechy prachu z broušených částí.

Háky slouží k vytlačování důlků a deformací (dovnitř) v dobře přístupném místě. Při manipulaci musí být pracovníci velice opatrní, aby nevytvořili v karoserii díru. Tyto háky si pracovníci HMMC vyrábí sami, protože je potřeba je vyrobit na míru.

Karosářský pilník k zarovnání k odstranění stop po broušení po opravě DNT, deformace.

Stěrkou dostaneme z povrchu karoserie okuje vzniklé ve svařovně nebo různé nečistoty vzniklé v peci při zapékání ED vrstvy.

2.2 Současná situace

Díky neoptimalizovaným pracovním standardům dochází k odlišným postupům oprav karoserie, které nejsou vždy správné.

K antikorozi ochraně opravených míst karoserie se používá wash primer, který je nevyhovující.

Dochází zde k velkému množství oprav (viz. Tabulka 3), které se opakovaně v procesu lakování opravují, díky nevyhovující předešlým opravám. Tím dochází k zpomalování výroby a zvyšování nákladů.

2.3 Návrh řešení

Návrh zlepšení stanovení základních druhů těžkých oprav vznikl po pozorování pracovníků na pracovišti ED Heavy repair. K vyřešení problému s odlišnými postupy oprav, by přispěla optimalizace pracovních standardů na nejčastěji se opakující vady karoserie. Vytvořené pracovní standardy umožní snížení konečné zmetkovitosti oprav karoserií na pracovišti ED Heavy repair.

K snížení pracnosti a nákladů by přispělo zavedení nového wash primer ve spreji. Nový wash primer by zamezil vzniku vad na finální inspekci a přispěl by k snížení chemického zatížení pracoviště. Díky svým vlastnostem by zásadně snížil dobu opravy karoserie.

3 Náběh nové výroby

Zavádění nové barvy do výroby je časově náročný proces, ve kterém je potřeba sladit jednotlivé kroky. Cílem je zrychlit a zefektivnit tento proces a sladit souběžnost jednotlivých kroků.

3.1 Zavádění nové barvy do výroby v HMMC

Nové barvy se zavádějí na základě požadavků trhu (rozšíření sortimentu) a speciálních požadavků zákazníků. Zavedení nové barvy do výroby je časově náročný proces, který je tvořen po sobě následujícími kroky.

Proces započne konzultací HMC s výrobcem karosářských barev (Axalta, PPG) a výběrem určitého typu a odstínu barvy. Výrobce navrhne recepturu výroby a předloží první vzorky primer, base a clear coat. Ty dále putují ke kontrole do centrály HMC v Koreji. Výroba vzorků barvy trvá zhruba 4 - 5 týdnů. Po odsouhlasení nového typu a odstínu barvy centrálou HMMC a zákazníkem, dojde k testovacímu nástřiku v lakovně. V prvním kroku se provádí nástřik testovacích panelů. V této fázi testu se nanáší barva na vzorek materiálu, který je identický z karosářskými díly. Souběžně s tímto se také testuje nástřik na plastové vnější díly karoserií u subdodavatelů. Na konci testu se provádí vyhodnocení finálního laku na kovovém a plastovém podkladu. V druhé fázi testu se provádí zkoušky odolnosti proti otěru, korozi a adhezní testy. Nejkratší adhezní test trvá 45 dní. Zároveň se během testu barvy provádí úpravy v technologii provedení nástřiku. Úprava výrobních parametrů u stříkacích robotů a barvy přidáváním aditiv a změnou množství pigmentů.

Testovací nástřiky se provádí prostřednictvím tzv. mini systému. Jedná se o malý zásobník barvy, ve kterém je dostatečné množství barvy pro zkoušku. K dnešnímu dni je zařízení umístěné pod lakovacími boxy, od kterého vede rozsáhlý rozvodový systém barvy k lakovacím boxům. Výrobce barev musí v co nejkratší době dodat dostatečné množství barvy k zaplnění rozsáhlého rozvodu a zásobníku.

Po vyhodnocení testů dojde k vybrání vhodné varianty a dojednání výsledné ceny barvy. Proces zavádění barvy trvá minimálně 3 - 4 měsíce, s ohledem na pořadí testů.

Specifické barvy

Jedná se o speciální odstíny barev pro jednotlivé složky integrovaného záchranného systému, kurýrní společnosti, bankovní společnosti a podobné. U těchto specifických zákazníků se jedná o malosériovou výrobu. Většina automobilek má pro tyto případy OFFline pracoviště, díky čemuž se neomezuje každodenní standardní výroba. Bohužel HMMC tímto pracovištěm nedisponuje.

Při zavádění nové barvy Pantone red pro flotilu aut vybraného zákazníka, došlo k vadám výsledného povrchu. Příčinou bylo nevyvinutí odpovídajícího primer, kdy se použil standartní pro jinou barvu Cool red. Zároveň se nestandardně stříkal clear coat v interiéru karoserií. Účelem bylo zajištění adheze base coat stříkaného v interiéru. Toto mělo fatální následky. Při nástřiku clear coat do interiéru karoserie došlo k rozfoukání prachových částic a výsledkem byly vady nástřiku exteriéru. Celá karoserie se musela opravovat a znovu stříkat. Tím došlo k prodražení zakázky.

Velkou roli v tomto případě hrála malá zkušenost HMMC s malosériovou výrobou specifický lakovaných karoserií.

Zavádění takto specifických barev do výroby je značně finančně náročné, cena takové barvy je často 5 - 6 krát dražší než standardní barva, dále dochází k prodražení zapříčiněné opětovným nástřikem opravovaných karoserií. Tudíž je zde důležité se zamyslet jaký počet karoserií je pro HMMC rentabilní. V některých případech může být i ztrátový, protože má významný marketingový rozsah, např. Hasiči, Česká pošta.

3.2 Vylepšení technologického postupu při náběhu nové barvy

Pro stříkání testovacích karoserií použití přenosného stříkacího systému, namísto stávajícího mini systému. Tím by se snížilo požadavek na množství barvy pro zaplnění stávajícího rozsáhlého rozvodového systému.

Vytvoření samostatného OFFline pracoviště pro stříkání specifických karoserií, kde by pracovníci mohli pracovat bez omezení plynulosti procesu lakování.

4 Návrh zlepšení celoplošného nástřiku karoserie

V tomto bodě se budeme zabývat celoplošným nástřikem karoserie po opravě vad vzniklých při lakování. Cílem je optimalizovat současný postup a nalézt jiný postup maskování karoserií. Dále zjistit vzniklou úsporu pro HMMC na pracovišti Repair Sanding. V následujících bodech představím danou problematiku a jednotlivá pracoviště.

4.1 Repair Sanding

Repair sanding je pracoviště umístěné v přízemí Lakovny (viz Obrázek 13). Přijíždí zde vadné karoserie z Touch-up a Final Inspection. Jednotlivé karoserie se řadí podle rozsahu a typu vady.

Pracoviště disponuje zásobou vyměnitelných dílů, různých barev a typů. Dále disponuje vadnými díly, které se po opravě instalují na nosiče dílů k opětovnému celoplošnému nástřiku karoserie.



Obrázek 13 - Pracoviště Repair sanding

Pracovníci provádějí opravy prostřednictvím mokrého a suchého broušení. Používají ručně-strojové broušení a ruční broušení. Vyměňují vadné díly karoserie za dobré. Pracoviště disponuje totožným opravárenským nářadím, jako pracoviště ED Heavy repair.

Vady opravované na Repair sanding:

- *prach a nečistoty,*
- *okuje ze svařovny,*
- *ED poteklina,*
- *primer poteklina,*

- *špatný nebo chybějící bílý sealer,*
- *důlek a deformace.*

Po opravě putuje karoserie k celoplošnému nástřiku karoserie, tzv. ReCoat. Často zde dochází k tomu, že po celoplošném nástřiku karoserie se podaří eliminovat vadu, ale na předtím bezchybné části karoserie vznikne vada nová. Toto je velice těžko ovlivnitelný element a velice závažný. Dochází k tomu z mnoha důvodů.

Důvody vzniku vad po celoplošném nástřiku karoserie:

- *prach v peci,*
- *kontaminace (voda, olej),*
- *špatná přilnavost povrchu,*
- *neopatrnost pracovníka v lakovacím boxu,*
- *kontaminace a poškození lakovacím robotem.*

Je zde velké riziko vzniku další nové vady, což vede ke zvýšení finančních nákladů na barvu a práci. Pro zamezení těchto vad se zavádí tzv. maskování.

V minulosti nebyla tato problematika v plném rozsahu vyřešena. Díky této diplomové práci se tento proces znovu oživil.

4.2 ReCoat

Na pracovišti Repair sanding, mohou nastat tři typy ReCoat. Podle typu a místa vady se určí typ ReCoat. Mezi nejnákladnější opravy patří oprava střechy (viz. Tabulka 5). Je to jedna z největších ploch karoserie, tvoří zhruba 35% stříkané plochy.

Tabulka 5 - Procentuální vyjádření plochy jednotlivých částí karoserie

Část karoserie	Povrch karoserie [%]
Střecha	35
Kapota	20
5dveře	5
Dveře	40

Typy ReCoat:

1. Klasický ReCoat

Karoserie se pracovníkem vizuálně, hmatově zkontroluje a za pomoci nářadí opraví označené vady. Jestliže karoserie disponuje vyměnitelnými ok díly, pracovník jej odstrojí a nahradí díly ze stojanu, kde jsou opravené díly. Tyto ok díly se poté použijí pro opačný případ. Po dokončení oprav putuje karoserie k celoplošnému nástřiku do Top coat.

Je důležité, aby nastrojený díl odpovídal typu a odstínu karoserie.



Obrázek 14 - Klasický ReCoat

2. Nosič dílů

Nosič dílů je karoserie, která byla z důvodů těžkých, neopravitelných vad vyřazena (viz Obrázek 16). Díky tomu se mohla dále použít jako nosič vadných dílů nebo vícekrát nádrže k novému celoplošnému nástřiku karoserie v Top coat.

Z této karoserie jsou odstraněny všechny vyměnitelné díly. Na tyto nosiče dílu se instalují díly ze zásobníků vadných dílů, které se opraví a odešle do Top coat k novému celoplošnému nástřiku.

Nosič dílů musí být vždy kompletní (kapota, dveře, nárazníky), aby nedošlo k poškození jednotlivých technologií během procesu lakování (robotické stříkací hlavičky).



Obrázek 15 - Nosič dílů

3. Maskování

Maskování je velice specifický proces. Používá se pouze při vadách v oblasti střechy, přední kapoty a pátých dveřích. V ostatních místech se maskování neprovádí, protože by mohlo dojít k odlišnému odstínu jednotlivých částí karoserie. Tento proces značně šetří náklady na barvu a opravy s tím spojené.

Maskování (viz. Obrázek 17) se provádí před celoplošným nástřikem karoserie. Provádí se tak, že maskujeme pouze ty části karoserie, které jsou bez vady.

K maskování se používá, termo folie a termo páska. Tyto maskovací pomůcky musí vydržet žár v pecích.

I když je tento proces v porovnání s klasickým ReCoat časově náročnější, ale díky němu dokážeme šetřit barvu a zabránujeme možným druhotným opravám karoserií.

Mezi nejčastější vady Top coat patří:

- *prach a nečistoty,*
- *slabá vrstva barvy.*

Maskování může značně ušetřit peníze a čas.



Obrázek 16 - Maskování typu karoserie ix35

4.3 Současná situace

Jak již bylo zmíněno HMMC má tři směnný provoz, proto zde dochází k odlišným postupům maskování karoserie. Byly sledovány všechny směny pracoviště ED Repair sanding. Cílem je sestavit jednotný pracovní standard pro všechny směny.

Stávající stav:

- maskuje se 1 - 2 karoserie za směnu,

- každý směna má odlišný maskovací postup,
- stříká se celá maskovaná karoserie.

Na tomto pracovišti je velký potenciál k úsporám nákladů na celoplošný nástřik karoserie.

4.4 Návrh zlepšení

Návrh optimalizace celoplošného nástřiku karoserií vznikl po pozorování pracovníků Repair Sanding. Dochází zde k odlišným způsobům maskování karoserie, které nejsou vždy vyhovující. Mezi hlavní chybu patří, že dochází k celoplošnému nástřiku maskované karoserie a ne jen nemaskované části karoserie. Díky tomu dochází k zbytečným nákladům za barvu (BC a CC).

Cílem je vytvořit optimalizované pracovní standardy k maskování všech typů a míst karoserií, pro celý sortiment karoserií HMMC.

Dále by mělo dojít k vytvoření lakovacích programu pro automatický nástřik karoserie, u kterých by se stříkalo pouze nemaskovaných částí karoserie (kapota, střecha a páté dveře).

optimalizovaných pracovních standardů za použití nového wash primer ve spreji (viz. Tabulka 6).

Úspěšnost těchto oprav byla vyhodnocována na Finální inspekci. Výsledky testů (viz. Tabulka 7). Jednotlivé optimalizované pracovní standardy nejčastěji se opakujících vad (viz. Příloha B).

Tabulka 6 - Výsledky testu pracovních standardů

Stávající stav					Nové standardy				
C směna	Opravy na ED HR	Opravy na FI	Opravy na FI [%]	Úspěšnost oprav [%]	C směna	Opravy na ED HR	Opravy na FI	Opravy na FI [%]	Úspěšnost oprav [%]
pondělí	53	15	28,3	71,7	pondělí	37	8	21,6	78,4
úterý	51	11	21,6	78,4	úterý	51	11	21,6	78,4
středa	41	7	17,1	82,9	středa	41	8	19,5	80,5
čtvrtek	62	16	25,8	74,2	čtvrtek	62	13	21,0	79,0
pátek	59	13	22,0	78,0	pátek	59	9	15,3	84,7
Celková úspěšnost				77,0	Celková úspěšnost				80,2
A směna	Opravy na ED HR	Opravy na FI	Opravy na FI [%]	Úspěšnost oprav [%]	A směna	Opravy na ED HR	Opravy na FI	Opravy na FI [%]	Úspěšnost oprav [%]
pondělí	48	10	20,8	79,2	pondělí	40	8	20,0	80,0
úterý	66	10	15,2	84,8	úterý	58	6	10,3	89,7
středa	44	12	27,3	72,7	středa	45	8	17,8	82,2
čtvrtek	48	15	31,3	68,8	čtvrtek	59	9	15,3	84,7
pátek	51	13	25,5	74,5	pátek	43	10	23,3	76,7
Celková úspěšnost				76,0	Celková úspěšnost				82,7
B směna	Opravy na ED HR	Opravy na FI	Opravy na FI [%]	Úspěšnost oprav [%]	B směna	Opravy na ED HR	Opravy na FI	Opravy na FI [%]	Úspěšnost oprav [%]
pondělí	45	8	17,8	82,2	pondělí	45	4	8,9	91,1
úterý	55	10	18,2	81,8	úterý	60	12	20,0	80,0
středa	39	10	25,6	74,4	středa	39	6	15,4	84,6
čtvrtek	60	17	28,3	71,7	čtvrtek	63	10	15,9	84,1
pátek	50	10	20,0	80,0	pátek	42	9	21,4	78,6
Celková úspěšnost				78,0	Celková úspěšnost				83,7

Tabulka 7 – Rozdíl úspěšnosti jednotlivých pracovních standardů

Rozdíl úspěšnosti jednotlivých pracovních standardů [%]			
Směna	Stávající stav	Nové stav	Rozdíl
C	77	80,2	3,2
A	76	82,7	6,7
B	78	83,7	5,7

Při zavedení optimalizovaných pracovních standardů vzrostla procentuální úspěšnost oprav karoserií. Při prvním testovacím týdnu na C směně vzrostla produktivita ze 77 % na 80,2 %, což je zlepšení o 3,2 %. Při druhém testovacím týdnu na A směně vzrostla produktivita ze 76 % na 82,7 %, což je zlepšení o 6,7 %. Při třetím testovacím týdnu na B směně vzrostla produktivita ze 78 % na 83,7 %, což je zlepšení o 5,7 %. Významnou roli v nových standardech hrálo použití nových vzorků wash primer.

Dále si porovnáme stávající wash primer s novým wash primer ve spreji.

Porovnání obou wash primer

➤ Stávající wash primer

Při podrobnějším zkoumání stávajícího wash primer, bylo zjištěno, že tento přípravek není vhodný pro použití k ošetření broušeného místa karoserii. Často dochází k vadě THN, to znamená, že wash primer další nanesené nátěry "vypije". Tato vada se objeví buď na pracovišti Primer sanding nebo až na Final Inspection, kde je opravována broušením a leštěním. Opravy takto vzniklých vad pracovníky zbytečně zpomaluje. Ukázka stávajícího Wash primer (viz. Obrázek 18). Ukázka jednotlivých kroků manipulace (viz. Obrázek 19).

Výhody:

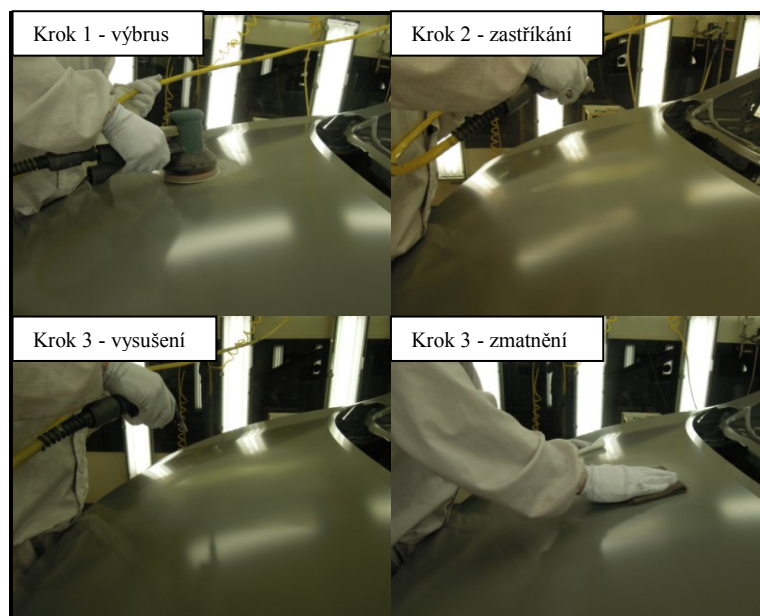
- *Nízká cena.*

Nevýhody:

- *Manipulace* - pracovník je omezen délkou přívodu hadice stlačeného vzduchu potřebného k nástřiku.
- *Míchání* - pracovníci si musí wash primer míchat sami, prostřednictvím míchačky, s použitím ředidla. Zde může dojít k špatnému poměru ředidla a wash primer, to vede k dalším vadám.
- *Teplota* - wash primer je vytvořen pro teploty 60 - 70°C.
- *Špatné krytí* - při zástřiku velké plochy může dojít k nestejněmnému nástřiku.
- *Nákladná údržba* - údržba je finančně náročná, protože stříkací pistole se musí pravidelně čistit.



Obrázek 18 - Stávající wash primer, ředidlo a stříkácí pistol



Obrázek 19 - Postup aplikace stávajícího wash primer

➤ Nový wash primer

Již v minulosti byla snaha vyvinout nový wash primer (viz. Obrázek 20), který by eliminoval nevýhody stávajícího. Po konzultaci s dodavateli barev byl představen nový wash primer, který je dodáván ve spreji s možností výměny trysek. Ukázka jednotlivých kroků manipulace (viz. Obrázek 21).

Nevýhody:

- *Vyšší cena.*

Výhody:

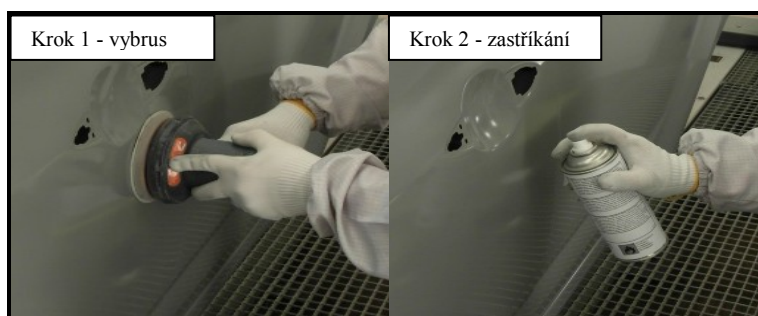
- *Manipulace* - nový wash primer je dodáván ve spreji a pracovním pásem, který má pracovník kolem pasu. Tudíž má wash primer neustále při sobě a může ho kdykoli použít.

- *Michání* - je dodáván ve spreji, tudíž odpadá skladování chemikálií na pracovišti potřebných k ředění wash primer a zaručení správného poměru ředidla a wash primer.
- *Teplota* - je vytvořen pro větší teploty 120 - 140 °C.
- *Dobré krytí* - díky možnostem výměny trysek (malý, střední a velký rozptyl), je možno dosáhnout optimálně možného krytí.
- *Více druhů barev* - dodává se i v odstínech primer, čímž se snižuje výskyt vad karoserií z pracoviště Primer sandig a Primer Heavy repair.
- *Mřížková zkouška* - díky svým vlastnostem dosahuje dobrých výsledků v cross cut testu. Ukázka Mřížkové zkoušky (viz. Příloha C - Mřížková zkouška).
- *Snadná údržba* - wash primer ve spreji je dodáván s několika vyměnitelnými tryskami, jejich cena je zanedbatelná.

Vyšší cena nového wash primer se kompenzuje snížením nákladů na brusný materiál potřebný pro opravy vzniklých vad po aplikaci stávajícího wash primer.



Obrázek 20 - Nový wash primer (sprej a kapsa)



Obrázek 21 - Postup aplikace nového wash primer

5.2 Vylepšení technologického postupu při náběhu nové výroby

Pro stříkání testovacích karoserií použít přenosného stříkacího systému (viz. Obrázek 22), namísto stávajícího mini systému (viz. Obrázek 23). Systém

má kapacitu 30 kg barvy a neobsahuje rozsáhlý rozvodový systém, protože by byl připojen přímo k lakovacímu boxu. Sníží se na množství spotřebované barvy při zavádění



Obrázek 22 - Přenosný stříkací systém



Obrázek 23 - Mini stříkací systém

Vytvoření samostatného OFFline pracoviště pro stříkání specifických karoserií, je finančně náročný proces. Pro malý počet takto specifických zakázek, není rentabilní vytvořit toto pracoviště, proto je mým cílem vylepšit stávající systém s ohledem na úspory.

5.3 Návrh zlepšení celoplošného nástřiku karoserií

Testy optimalizovaných pracovních standardů maskování karoserií probíhaly na pracovišti Repair sanding, za plného provozu lakovny. Testovalo se maskování jednotlivých částí karoserií karoserie (kapota, střecha a páté dveře) a lakovací programy. Jednotlivé testovací karoserie (viz. Tabulka 8).

Tabulka 8 - Testovací maskované karoserie

Počet testovaných karoserií	Skid	Typ Karoserie	Kódové označení barva	Nemaskovaný povrch	Nástřík karoserie	Výsledky na Finální inspekci
1	1697	JCW	TWR	střecha	celá	ok
2	1635	A6W	XAF	střecha	celá	ok
3	1042	ITW	WAE	střecha	celá	ok
4	1186	ITW	RAH	střecha	celá	ex
5	1147	A6W	ZAR	střecha	celá	ok
6	1051	JCW	TCW	střecha	část	ok
7	1411	A6D	TCW	střecha	část	ok
8	1340	A6D	RAH	střecha	část	ex
9	1616	JCW	TWR	střecha	část	ok
10	1489	ITW	TCW	střecha	část	ok
11	1616	JCW	TCW	kapota	celá	ok
12	1489	ITW	NSW	kapota	celá	ok
13	1513	A6D	T2U	kapota	celá	ex
14	1132	A6W	RAH	kapota	celá	ok
15	1672	A6D	T2U	kapota	část	ok
16	1835	ITW	XAF	kapota	část	ok
17	1427	A6W	PAE	kapota	část	ok
18	1621	A6W	RAH	5dveře	celá	ok
19	1782	A6D	ZAR	5dveře	celá	ok
20	1568	A6A	NSW	5dveře	celá	ex
21	1582	ITW	T2U	5dveře	část	ok
22	1399	A6D	TWR	5dveře	část	ok
23	1759	ITW	TCW	5dveře	část	ok

Jednotlivé optimalizované pracovní standardy (viz. Příloha D).

Správnost těchto pracovních standardů byla prověřena během několika testovacích dní, kdy na Final Inspection bylo provedeno pozorování kvality maskovaných karoserií. Dále po konzultaci s vedoucím úseku robotických procesů, se vytvořily lakovací programy pro stříkání nemaskovaných míst karoserie všech modelů.

Po otestování nových pracovních standardů a lakovacích programů došlo k výpočtu předpokládaných úspor barvy. Bohužel v této diplomové práci nemohu uvádět jednotlivé ceny barev a vyčíslení nákladů, neboť jsou tyto informace obchodním tajemstvím HMMC. Úpory budou vyjádřeny procentuálně.

Při zavedení mnou optimalizovaných pracovních standardů maskování karoserií vzrostla procentuální úspora nákladů na barvu (viz. Tabulka 9). Jednalo se v případě pátých dveří o 85,5 %, kapoty 70,5 % a střechy 55,5%. Významnou roli v optimalizovaných standardech hrálo použití nových lakovacích programů, protože nedocházelo k zbytečnému stříkání maskovaných míst karoserie.

Tabulka 9 - Procentuální úspora nákladů 1 ReCoat

Procentuální úspora na 1 ReCoat	
Část karoserie	Procentuální úspora jednotlivých řešení
Páté dveře	85,5
Kapota	70,5
Střcha	55,5

$$\text{Cena ReCoat} = (\text{cena Base coat} + \text{cena Clear coat}) * \text{stříkaný povrch karoserie v \%} + \text{náklady na maskování karoserie}$$

Díky tomuto kalkulačnímu vzorci jsem byl schopen určit finanční úsporu jednotlivých řešení. Potenciální počet maskovaných karoserií je 4 - 5 za směnu.

5.4 Návrh zlepšení ke snížení pracnosti na pracovišti Final Inspection

Během sledování testovacích karoserií, jsem se zúčastnil testu čistoty karoserie, dále jen Clean body test. Společně s technologií HMMC jsme tento test provedli a snažili se nalézt řešení problematiky čistoty karoserie. Dále si představíme tento test a návrh řešení této problematiky. Jednotlivé testovací karoserie (viz. Příloha E).

5.4.1 Clean body test

Tento test karoserie se provádí při každém rozjezdu výroby po odstávce technologií např. pondělní rozjezd výroby po víkendové odstávce. Cílem je posouzení vlivů pracovišť na kontaminaci karoserie. Snaží se odhalit závady a eliminovat příčiny jejich vzniku.

Výběr testovací karoserie je náhodný. Testovací karoserie (viz. Obrázek 24) se odstaví na pracovišti ED Primer heavy repair, kde dojde k zdokumentování stavu karoserie.

Karoserie se sleduje po každém nanesení jednotlivých vrstev barvy, měří se četnost obsahu prachových částic v nanesené vrstvě barvy a počet potřebných přebusů

k odstranění závad na Final Inspection. Cílem je identifikovat zdroj znečištění a navrhnout co nejrychleji nápravné opatření.



Obrázek 24 - Karoserie CBT

Postup CTB testu:

- výběr testovací karoserie,
- důkladné ohledání karoserie,
- zbroušení a očištění,
- zápis do Checking sheet při zahájení testu (Primer sanding),
- zápis do Checking sheet po nástřiku base coat,
- zápis do Checking sheet po nástřiku clear coat,
- zápis do Checking sheet po průchodu clear coat pec,
- zápis do Checking sheet po průjezdu Final inspection.[16]

Výsledek Testu CBT

Výsledkem testu je, že počet prachových částec (Dust), byl v takovém množství, že brzdil linku Final Inspection. Největší výskyt nastal po průchodu Top coat pecích.

Důvodem vzniku vad je nedostačující interval úklidových prací, během kterého dochází v peci k usazování prachových částic a nečistot z okolního prostředí.

Na základě testu došlo k sledování intervalů úklidových prací a jednotlivých oprav (přebrusů) na Final Inspection.

Současná situace úklidových prací

Čištění celých pecí probíhá v intervalu dvou měsíců. Během testování intervalu čištění proběhlo na Final Inspection zhruba 10 - 15 přebrusů (viz. Tabulka 10).

Tabulka 10 - Testování stávajících čistících intervalů

Počet testů	Počet přebrusů na Final inspection
1	12
2	10
3	13
4	15
5	15
6	13
Průměr	13

Nová situace úklidových prací

Čištění celých pecí probíhá v intervalu jednoho měsíce. Mimo jiné, během intervalu čištění proběhnou menší úklidové práce ve vstupech do pecí (během víkendové údržby). Během testování intervalu čištění, proběhlo na Final Inspection zhruba 4 - 5 přebrusů (viz. Tabulka 11).

Tabulka 11 - Testování nových čistících intervalů

Počet testů	Počet přebrusů na Final inspection
1	4
2	4
3	5
4	4
5	5
6	5
Průměr	5

Návrh zlepšení

Návrhem zlepšení je zkrácení intervalu úklidových prací pro snížení pracnosti na Final Inspection. Tento návrh řešení by snížil pracnost lehkých oprav pracovníku zapříčiněnou odstávkou procesu o 61,5 %.

K eliminaci zbytečných přebusů po odstávce lakovny by přispělo zavedení tzv. lapače prachu. Pomocí nich by se zachytili částčky prachu, které se nepodařilo odstranit během čištění.

Jednalo by se o dvě karoserie, které by po nástřiku CC prošly pecí. První by pecí prošla okolo 4:00, kdy dochází k nahřívání pecí. Druhá by prošla zhruba kolem 5:55, těsně před zahájením ranní směny.

Tento návrh řešení by snížil pracnost lehkých oprav pracovníku na Final Inspection zapříčiněnou odstávkou procesu o 61,5 %.

6 Celkové zhodnocení přínosu práce pro podnik

Tato diplomová práce měla pro automobilku HMMC významný přínos. Podařilo se prostřednictvím optimalizovaných pracovních standardů oprav karoserií na pracovišti ED Heavy repair a za použití nového Wash primer zvýšit produktivitu práce. Produktivita se konkrétně zvýšila, na C směně o 3,2 %, na A směně o 6,7 % a na B směně o 5,7 %.

Dále se podařilo implementovat návrhy pro zavádění nové barvy do výroby, v rámci úspory spotřebované barvy.

K vytvoření OFFline pracoviště pro nástřik speciálních karoserií se nenašly potřebné finance. Důvodem je malý zájem o takto specifické karoserie

Díky optimalizovaným pracovním standardům maskování karoserií před celoplošným nástřikem, byla vypočtena úspora: v případě pátých dveří o 85,5 %, kapota 70,5 %, střechy 70,5 %. Tato úspora předpokládá, že během směny projdou čtyři karoserie maskováním před opětovným celoplošným nástřikem karoserie a bude se stříkat pouze nemaskované místo.

Během zkrácení intervalu čištění v Top coat pecích, se podařilo snížit pracnost na pracovišti Final Inspection o 61,5 %, která byla zapříčiněna odstávkou technologií.

Seznam použité literatury

- [1] Wikipedie.org [online]. 2009-01-21 [cit.2013-05-07]. Dostupné na [www: http://cs.wikipedia.org/wiki/Automobilov%C3%BD_pr%C5%AFmysl](http://cs.wikipedia.org/wiki/Automobilov%C3%BD_pr%C5%AFmysl).
- [2] SKÁLOVÁ, Veronika. Světovou jedničkou v prodeji aut je poprvé Toyota. *aktualne.cz* [online]. 2009-01-21 [cit.2013-05-07]. Dostupný na [www: http://aktualne.centrum.cz/zahranici/clanek.phtml?id=627679](http://aktualne.centrum.cz/zahranici/clanek.phtml?id=627679).
- [3] OICA 2010 - Production statistics [online]. 2010-01-21 [cit.2013-05-07]. Dostupný na [www: http://oica.net/wp-content/uploads/all-vehicles-2010-provisional.pdf](http://oica.net/wp-content/uploads/all-vehicles-2010-provisional.pdf).
- [4] *Cars produced in the world* [online]. 2010-09-25. Worldometers.info, [cit.2013-05-07]. Dostupný na [www: http://www.worldometers.info/cars/](http://www.worldometers.info/cars/).
- [5] LÍBAL, V. a kol. *Organizace a řízení výroby*. ANTL Praha, 1989, ISBN 80-03-00050-5.
- [6] Czechinvest.org [online]. 2011-01-13 [cit.2013-05-07]. Dostupné na [www: http://www.czechinvest.org/automobilovy-prumysl](http://www.czechinvest.org/automobilovy-prumysl).
- [7] Hrnews.cz [online]. 2012-03-18 [cit.2013-05-07]. Dostupné na [www: http://www.hrnews.cz/lidske-zdroje/hodnoceni-a-odmenovani-id-148686/cesky-automobilovy-prumysl-v-roce-2012-mzdy-a-pocty-zamestna-id-1818513](http://www.hrnews.cz/lidske-zdroje/hodnoceni-a-odmenovani-id-148686/cesky-automobilovy-prumysl-v-roce-2012-mzdy-a-pocty-zamestna-id-1818513).
- [8] Autosap.cz [online]. 1999-06-04 [cit.2013-05-07]. Dostupné na [www: http://www.autosap.cz/default2.asp?page=%7b92C42442-92CB-4197-9EE0-9839A3E65150%7d](http://www.autosap.cz/default2.asp?page=%7b92C42442-92CB-4197-9EE0-9839A3E65150%7d).
- [9] Autosap.cz [online]. 1999-06-04 [cit.2013-05-07]. Dostupné na [www: http://www.autosap.cz/default2.asp?page=%7b92C42442-92CB-4197-9EE0-9839A3E65150%7d](http://www.autosap.cz/default2.asp?page=%7b92C42442-92CB-4197-9EE0-9839A3E65150%7d).
- [10] Autosap.cz [online]. 1999-06-04 [cit.2013-05-07]. Dostupné na [www: http://www.autosap.cz/default2.asp?page=%7b92C42442-92CB-4197-9EE0-9839A3E65150%7d](http://www.autosap.cz/default2.asp?page=%7b92C42442-92CB-4197-9EE0-9839A3E65150%7d).

- [11] Autosap.cz [online]. 1999-06-04 [cit.2013-05-07]. Dostupné na [www:
http://www.autosap.cz/default2.asp?page={92C42442-92CB-4197-9EE0-9839A3E65150}](http://www.autosap.cz/default2.asp?page={92C42442-92CB-4197-9EE0-9839A3E65150}).
- [12] Wikipedie.org [online]. 2007-05-02 [cit.2013-05-07]. Dostupné na [www:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Hyundai_Motor_Manufacturing_Czech](http://cs.wikipedia.org/wiki/Hyundai_Motor_Manufacturing_Czech).
- [13] Hyundai-motor.cz [online]. 2009-04-15 [cit.2013-05-07]. Dostupné na [www:
http://www.hyundai-motor.cz/index.php?sekce=kontakt](http://www.hyundai-motor.cz/index.php?sekce=kontakt).
- [14] Hyundai.cz [online]. 2012-03-12 [cit.2013-05-07]. Dostupné na [www:
http://www.hyundai.cz/nabizene-modely/](http://www.hyundai.cz/nabizene-modely/).
- [15] Hyundai.cz [online]. 2009-05-16 [cit.2013-05-07]. Dostupné na [www:
http://www.hyundai.cz/o-spolecnosti/historie/](http://www.hyundai.cz/o-spolecnosti/historie/).
- [16] Interní dokumenty HMMC s.r.o..
- [17] ZELENKA, A., Král, M. *Projektování výrobních systémů*. 1995, ISBN 80-01-01302-2.

Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů

Obrázek 1 - Rozložení závodu HMMC	- 15 -
Obrázek 2 - Vyráběné typy automobilů HMMC	- 16 -
Obrázek 3 - HMMC Tloušťka vrstev nástřiku.....	- 17 -
Obrázek 4 - HMMC Paleta barev	- 17 -
Obrázek 5 - Schéma pracovišť lakovny.....	- 29 -
Obrázek 6 - ED poteklina	- 34 -
Obrázek 7 - Důlek.....	- 34 -
Obrázek 8 - Okuje.....	- 35 -
Obrázek 9 - Deformace.....	- 35 -
Obrázek 10 - Stopa po broušení.....	- 36 -
Obrázek 11 - Škrábanec	- 36 -
Obrázek 12 - Pracoviště ED Heavy repair.....	- 37 -
Obrázek 13 - Pracoviště Repair sanding.....	- 44 -
Obrázek 15 - Klasický ReCoat	- 46 -
Obrázek 16 - Nosič dílů	- 46 -
Obrázek 17 - Maskování typu karoserie ix35	- 47 -
Obrázek 18 - Pracovní standard HMMC	- 49 -
Obrázek 19 - Stávající wash primer, ředidlo a stříkací pistol	- 52 -
Obrázek 20 - Postup aplikace stávajícího wash primer	- 52 -
Obrázek 21 - Nový wash primer (sprej a kapsa)	- 53 -
Obrázek 22 - Postup aplikace nového wash primer.....	- 53 -
Obrázek 22 - Přenosný stříkací systém.....	- 54 -
Obrázek 23 - Mini stříkací systém.....	- 54 -
Obrázek 24 - Karoserie CBT	- 57 -

Tabulka 1 - Vady karoserie.....	- 30 -
Tabulka 2 - Dělení podle místa vzniku defektu.....	- 31 -
Tabulka 3 - Vady karoserie na ED Heavy repair.....	- 32 -
Tabulka 4 - Převodní tabulka znitosti brusných materiálů.....	- 39 -
Tabulka 5 - Procentuální vyjádření plochy jednotlivých částí karoserie.....	- 45 -
Tabulka 6 - Výsledky testu pracovních standardů.....	- 50 -
Tabulka 7 – Rozdíl úspěšnosti jednotlivých pracovních standardů.....	- 50 -
Tabulka 8 - Testovací maskované karoserie.....	- 55 -
Tabulka 9 - Procentuální úspora nákladů 1 ReCoat na Final inspection.....	- 56 -
Tabulka 10 - Testování stávajících čistících intervalů.....	- 58 -
Tabulka 11 - Testování nových čistících intervalů.....	- 58 -
Graf 1 - Vývoj počtu pracovníků ve firmách AutoSAP.....	- 13 -
Graf 2 - Vývoj průměrné měsíční mzdy ve firmách AutoSAP.....	- 13 -
Graf 3 - Výroba motorových vozidel v ČR od roku 1989.....	- 14 -
Graf 4 - Četnost vad karoserie na ED Heavy repair.....	- 32 -
Graf 5 - Četnost vybraných vad na ED Heavy repair.....	- 33 -

Seznam příloh

Příloha A - Popis dalších vad povrchu karoserie

Příloha B - Optimalizované pracovní standardy oprav karoserií

Příloha C - Mřížková zkouška

Příloha D - Optimalizované pracovní standardy maskování karoserií

Příloha E - Clean Body Test

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl zejména poděkovat svému konzultantovi Diplomové práce v HMMC Ing. Janu Kubatému za jeho podporu a čas, který mi věnoval při vypracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat své vedoucí diplomové práce Ing. Vladimíře Schindlerové a Týmu technologů v HMMC za mnoho cenných rad a pomoc při řešení problematiky Diplomové práce.

Rád bych také poděkoval své rodině a přátelům za morální i finanční podporu při studiu na VŠB - TUO.